

# Proyecto IPv6 para Chile



## Fase de Inteligencia de Mercados y Competitiva

### Informe de Tendencias N°6



**UNTEC**

UNIVERSIDAD Y TECNOLOGÍA  
FUNDACION PARA LA TRANSFERENCIA TECNOLOGICA



Proyecto apoyado por:



Santiago de Chile - Diciembre 2011

[www.ipv6.cl](http://www.ipv6.cl)

## Contenido

Glosario.....	4
Resumen Ejecutivo .....	6
Introducción .....	8
Situación Mundial Actual.....	9
Estadísticas del Agotamiento de IPv4 y Adopción de IPv6.....	9
Avances en la Adopción .....	10
Caso de Estudio .....	12
<i>Smart Grids</i> .....	12
IPv6 en <i>Smart Grids</i> .....	14
Ejemplo de Implementación .....	15
<i>Smart Objects</i> de uso Doméstico.....	17
IPv6 en las LLNs .....	18
Ejemplo de Implementación .....	19
Desarrollo de Mercado.....	21
Quién es Quién ( <i>Who is Who</i> ).....	22
Silver Spring Networks .....	22
Cisco Systems .....	24
IPSO Alliance.....	25
Sensinode Ltd. ....	26
Watteco.....	27
Publicaciones sobre IPv6.....	28
<i>Using IPv6 and 6LoWPAN for home automation networks</i> .....	28
<i>Low Cost Wireless Sensor Network in Distributed Generation</i> .....	28
<i>Event-driven IPv6 communication for the Smart Grid infrastructure</i> .....	29
<i>RPL Based Routing for Advanced Metering Infrastructure in Smart Grid</i> .....	29
Patentes Relacionadas con IPv6 .....	30
<i>Communications Module Mounting for Domestic Appliance</i> .....	30

---

<i>Communication Apparatus and Method for Vehicle Using IPv6 Network</i> .....	30
Productos Compatibles con IPv6 .....	31
Cámara de Red AXIS Q1755 .....	31
<i>Home Gateway</i> BB-HGW700A .....	31
HP Jetdirect 630n IPv6 <i>Gigabit Print Server</i> .....	31
Cámara IP BB-HCM311A .....	32
HD-PLC <i>Ethernet Adaptor</i> BL-PA300A.....	32
Referencias .....	33

## Glosario

<b>6LoWPAN</b>	IPv6 sobre Redes Inalámbricas de Área Personal de Baja Potencia ( <i>IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks</i> )
<b>6LoWPAN-HC</b>	Compresión de Encabezados para 6LoWPAN ( <i>6LoWPAN Header Compression</i> )
<b>AES</b>	Estándar de Encriptación Avanzada ( <i>Advanced Encryption Standard</i> )
<b>AMI</b>	Infraestructura de Medición Avanzada ( <i>Advanced Metering Infrastructure</i> )
<b>AP</b>	Puntos de Acceso ( <i>Access Point</i> )
<b>AS</b>	Sistema Autónomo ( <i>Autonomous System</i> )
<b>DA</b>	Automatización de la Distribución ( <i>Distribution Automation</i> )
<b>DAG</b>	Grafos Acíclicos Dirigidos ( <i>Directed Acyclic Graph</i> )
<b>DSL</b>	Línea de Abonado Digital ( <i>Digital Subscriber Line</i> )
<b>FAN</b>	Red de Área Vecina ( <i>Field Area Network</i> )
<b>FFP</b>	<i>Plug &amp; Play Flexible (Flexible Plug &amp; Play)</i>
<b>HAN</b>	Red de Área Doméstica ( <i>Home Area Network</i> )
<b>HD</b>	Alta Definición ( <i>High Definition</i> )
<b>I+D+i</b>	Investigación, Desarrollo e Innovación
<b>IP</b>	Protocolo de <i>Internet (Internet Protocol)</i>
<b>IPv6</b>	Protocolo de <i>Internet</i> versión 6 ( <i>IP version 6</i> )
<b>IPv4</b>	Protocolo de <i>Internet</i> versión 4 ( <i>IP version 4</i> )
<b>ISP</b>	Proveedor de Servicios de <i>Internet (Internet Service Provider)</i>
<b>LED</b>	Diodo Emisor de Luz ( <i>Light-Emitting Diode</i> )
<b>LLN</b>	Red de Bajo Consumo y Pérdidas de Energía ( <i>Low Power and Lossy Network</i> )
<b>M2M</b>	Máquina a Máquina ( <i>Machine to Machine</i> )
<b>NAN</b>	Red de Área Vecina ( <i>Neighboring Area Network</i> )
<b>NAS</b>	Almacenamiento de Red ( <i>Network Attached Storage</i> )
<b>PIT</b>	Punto de Intercambio de Tráfico
<b>PLC</b>	Comunicación mediante Cable Eléctrico ( <i>Power Line Communication</i> )
<b>PMU</b>	Fasor de Unidades de Medida ( <i>Phasor Metering Unit</i> )
<b>RIR</b>	Registro Regional de Direcciones de <i>Internet (Regional Internet Registry)</i>
<b>RPL</b>	Protocolo de Ruteo para LLNs ( <i>Routing Protocol for LLNs</i> )
<b>TI</b>	Tecnologías de la Información
<b>URL</b>	Localizador Uniforme de Recursos ( <i>Uniform Resource Locator</i> )
<b>VoIP</b>	Voz sobre IP ( <i>Voice over IP</i> )

<b>WAN</b>	Red de Área Amplia ( <i>Wide Area Network</i> )
<b>WHAN</b>	Red Inalámbricas de Área Doméstica ( <i>Wireless Home Area Network</i> )
<b>Wi-Fi</b>	Fidelidad Inalámbrica ( <i>Wireless Fidelity</i> )
<b>WSN</b>	Red Sensores Inalámbricos ( <i>Wireless Sensor Network</i> )

## Resumen Ejecutivo

El presente documento corresponde al sexto informe de Inteligencia de Mercados, elaborado en el marco del proyecto **IPv6 para Chile**. Este informe se encuentra organizado en tres secciones: "Situación Mundial Actual", "Caso de Estudio" y "Desarrollo de Mercado".

En la sección "Situación Mundial Actual", se presentan estadísticas recientes relacionadas con la adopción de IPv6 y el agotamiento de IPv4 a nivel mundial. Respecto al agotamiento, son mencionadas las fechas más probables de que esto suceda para cada RIR, de acuerdo al *IPv4 Address Report*, 29 de diciembre de 2011, ocurriendo el año 2012 en RIPE NCC, año 2013 en ARIN y año 2014 en LACNIC y AfriNIC.

Luego se presentan avances en la adopción, destacando el interés por parte de organizaciones como *Go Daddy*, *Google* y *NIC.br*. En el caso de *Go Daddy*, se indica que la adopción de IPv6 en las zonas .com, .net y .org se ha incrementado desde un 1,27% en el año 2010 a un 25,4% en el año 2011, atribuido particularmente a las zonas administradas por este proveedor. *Google* por su parte, ha habilitado el uso de IPv6 para motivar a sus ingenieros en la creación, prueba y mejora de aplicaciones y productos compatibles con el protocolo. Además, está realizando pruebas de laboratorio con soluciones de proveedores, a quienes reporta si es que existe algún tipo de error. Respecto a sus conclusiones, *Google* menciona que la complejidad de la adopción de IPv6 no está relacionada con la infraestructura, sino que se relaciona con los proveedores de soluciones y la relación entre las organizaciones. Finalmente, se menciona la invitación de *NIC.br* a participar en "La Semana de IPv6" durante febrero de 2012, para la realización de nuevas pruebas de uso de IPv6 y asegurar los diferentes servicios que las empresas podrán brindar a sus clientes.

En la sección "Caso de Estudio", se describe la aplicación de IPv6 en *Smart Grids*, o también conocidas como redes inteligentes, y en la utilización de *Smart Objects*, dispositivos que permiten comunicación bidireccional de la información para el control y monitoreo de elementos conectados a redes eléctricas, de agua, gas y otras, o para el monitoreo de condiciones del entorno (temperatura, humedad, etc.). Además se presentan ejemplos de implementación para cada uno de estos ámbitos.

En el ámbito de *Smart Grids*, se menciona su relevancia para alcanzar los objetivos compartidos por la comunidad mundial sobre seguridad energética, desarrollo económico y mitigación del cambio climático, y como una sólida aplicación para la adopción del

protocolo IPv6. Entre las características que justifican la utilización de IPv6 en *Smart Grids* se encuentran la capacidad de despliegue de miles de millones de dispositivos, su estandarización, seguridad y escalabilidad en la incorporación de nuevos dispositivos.

En el ámbito de *Smart Objects*, se entrega información sobre el uso doméstico de estos dispositivos para la automatización destacando el uso de un protocolo basado en IPv6, llamado 6LoWPAN, para redes de baja potencia.

En la sección de "Desarrollo de Mercado", se presenta información sobre empresas y organizaciones del mercado de las *Smart Grids* a nivel mundial. Las empresas y organizaciones mencionadas en este informe son *Silver Spring Networks* por su importancia en la implementación de *Smart Grids* utilizando IPv6, *Cisco Systems* por su reciente incorporación al mercado de los *smart meters*, *IPSO Alliance* por su aporte en el desarrollo de estándares y por su apoyo en la realización de pruebas con IPv6 en *Smart Objects*, *Sensinode Ltd.* por su desarrollo de productos orientados a *Smart Grids* basados en IPv6 y *Watteco* en el uso del estándar 6LoWPAN en sus diversos productos.

Además se presentan *papers* y patentes que se refieren al uso de IPv6 para automatización de hogares y en soluciones para monitoreo y gestión de la energía. Los *papers* mencionados son:

- Utilización de IPv6 y 6LoWPAN en redes de automatización de hogares.
- Red de Sensores Inalámbricos de Bajo Costo en Generación Distribuida.
- Comunicación IPv6 dirigida por Eventos para la Infraestructura de *Smart Grid*.
- Ruteo basado en RPL para Infraestructura de Monitoreo Avanzado en *Smart Grid*.

Las patentes descritas son:

- Módulo de Comunicaciones para Aplicaciones Domésticas usando IPv6.
- Método y Aparato de Comunicación para Vehículo mediante la utilización de IPv6.

Finalmente, se entrega un listado de productos y sus características técnicas que pueden ser utilizados para la implementación de soluciones a nivel residencial y empresarial. Estos son:

- Cámara de Red AXIS Q1755
- *Home Gateway* BB-HGW700A
- HP *Jetdirect* 630n IPv6 *Gigabit Print Server*
- Cámara IP BB-HCM311A
- HD-PLC *Ethernet Adapter* BL-PA300A

## Introducción

En el marco del proyecto **"IPv6 para Chile: Desarrollo de Roadmap para la implementación del Protocolo de Internet versión 6 (IPv6) para Chile e instalación del primer Punto de Intercambio de Tráfico (PIT) y laboratorio de experimentación IPv6"**, se elaboró el presente documento para cumplir con el objetivo de desarrollar capacidades de Inteligencia de Mercado y Competitividad en Chile en el ámbito de IPv6.

Este documento, entrega información de utilidad para la toma de decisiones de compañías nacionales, tanto proveedores de servicios de internet (ISP), como empresas de servicios y productos tecnológicos (como teléfonos, equipos de videoconferencia, equipamiento de redes y de oficina, cámaras de vigilancia, etc.).

La información se organizó en tres secciones: "Situación Mundial Actual", "Caso de Estudio de Adopción" y "Desarrollo de Mercado".

En la sección "Situación Mundial Actual" se entregan actualizaciones relativas al estado del agotamiento del espacio de direcciones IPv4 y el avance en la adopción del protocolo IPv6.

En la sección "Caso de Estudio" se presenta la aplicación de IPv6 en *Smart Grids* y en la utilización de *Smart Objects*. Además se presentan ejemplos de implementación para cada uno de estos ámbitos.

En la sección "Desarrollo de Mercado" se expone la visión del desarrollo de mercado en torno a IPv6 relacionado con la implementación de *Smart Grids* y el uso de *Smart Objects*, organizada en los siguientes temas:

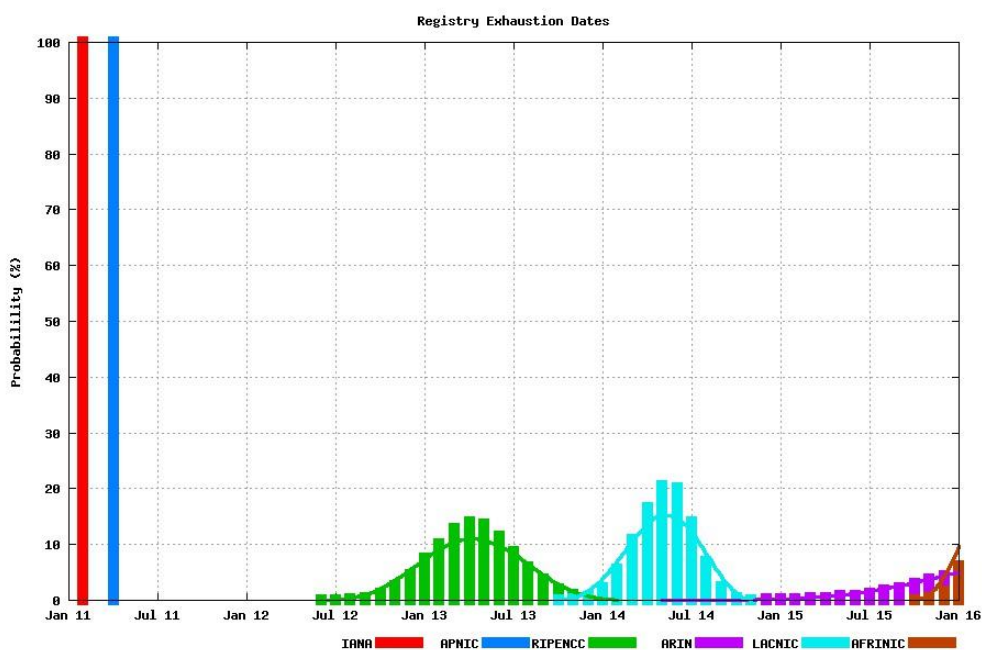
- Quién es quién (*who is who*).
- Publicaciones sobre IPv6.
- Patentes relacionadas con IPv6.
- Productos y servicios con IPv6.

## Situación Mundial Actual

En este capítulo se presenta el estado del agotamiento de las direcciones IPv4 y la adopción del protocolo IPv6 a nivel mundial.

### Estadísticas del Agotamiento de IPv4 y Adopción de IPv6

En febrero de 2011 fueron entregados por la *Internet Assigned Numbers Authority* (IANA, por su sigla en inglés) los últimos bloques IPv4 disponibles. Desde entonces la cantidad de direcciones IPv4 disponibles depende de la cantidad asignada a cada región. La probabilidad de agotamiento de los RIR que aún cuentan con direccionamiento IPv4 disponible, se presenta la Ilustración 1.

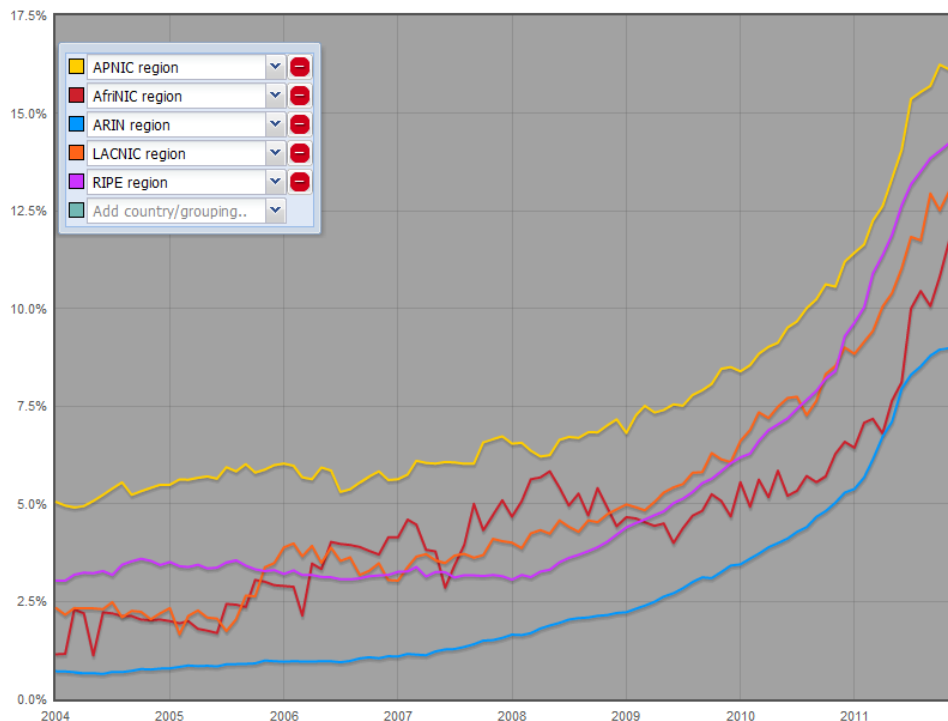


**Ilustración 1. Estimación Probabilística del Agotamiento de Direcciones IPv4 por cada RIR,**  
Fuente: *IP Address Management (IPAM)*, 29 de diciembre de 2011

De acuerdo a esta distribución, las fechas más probables para el agotamiento son las siguientes (*IPv4 Adress Report*, 29 de diciembre de 2011):

- Región Asia-Pacífico (APNIC): Agotada el 15 de abril de 2011.
- Región Europea (RIPE NCC): 22 de julio de 2012.
- Región América del Norte (ARIN): 9 de julio de 2013.
- Región Latinoamérica y Caribe (LACNIC): 30 de enero de 2014.
- Región África (AfrINIC): 2 de octubre de 2014.

Por otra parte, ha aumentado significativamente la tasa de uso en el último año. En la Ilustración 2 se presenta una cronología de utilización de IPv6 en los AS, que evidencia el nivel de utilización del direccionamiento asignado a cada RIR.



**Ilustración 2. Cronología de utilización de IPv6 en AS por cada RIR,**  
Fuente: *IPv6 Enabled Networks*, 29 de diciembre de 2011

## Avances en la Adopción

A continuación se presentan algunos ejemplos de cómo algunas organizaciones se han estado preparando para la adopción de IPv6 y desarrollando una plataforma de servicios compatibles con el protocolo.

Un informe emitido por el proveedor de *software* y *hardware* para la automatización de infraestructura de red *Infoblox* señala que el soporte IPv6 en las zonas .com, .net, y .org ha crecido un 1.900% en los últimos 12 meses. Respecto a la adopción del protocolo en dichas a zonas, se indica que ha aumentado a un 25,4% versus el 1,27% de crecimiento que existió durante el año 2010. Este aumento es atribuido particularmente a las zonas administradas por el proveedor *Go Daddy*, ya que sin esta empresa el crecimiento sólo habría sido de un 3% (Kerner, *IPv6 Adoption Growing Thanks to Go Daddy*, 2011).

Por otro lado, en el *paper* "*Deploying IPv6 in the Google Enterprise Network. Lessons learned, 2011*" se describe la metodología utilizada por Google en la adopción de IPv6, las fases de la implementación del proyecto, los desafíos presentados, las lecciones aprendidas, el estado actual de la adopción y el trabajo futuro. Los avances de Google generan una motivación por desarrollar nuevos servicios basados en IPv6, y tal como se menciona en el *paper*, la adopción del protocolo es una de sus estrategias más valoradas para construir el futuro basado en lo que hoy se conoce como "la Nube", preparar y permitir el cambio de sus clientes a IPv6 y resolver el problema de agotamiento de direcciones IPv4.

De acuerdo a esta experiencia, Google determina que el problema en la adopción de IPv6 no está relacionado con la infraestructura, sino que se relaciona con los proveedores de los recursos y la relación entre las organizaciones. Las soluciones actualmente no están libres de errores, por lo tanto, cuando al poner a prueba una característica relacionada con IPv6 se determina la existencia de un error en el laboratorio, Google reporta esta situación y lo mantiene en etapa de pruebas. Al final de la edición del *paper*, el 95% de los ingenieros utilizaban IPv6 a nivel de comunicación y tenían los servicios activos sobre IPv6 (correo electrónico, servicio de búsqueda, *YouTube*, etc.) de manera de motivar la creación, prueba y mejora de aplicaciones y productos que Google ofrece (Babiker, Nikolova y Chittimaneni, *Deploying IPv6 in the Google Enterprise Network. Lessons learned, 2011*).

Por último, cabe destacar que dado el gran éxito del *World IPv6 Day*, NIC.br está organizando "La Semana de IPv6", evento que será realizado entre el 6 y 12 de Febrero de 2012. Esta semana será una instancia para la realización de nuevas pruebas de funcionamiento del nuevo protocolo de *Internet*. La invitación a participar en este evento está dirigida a países de América Latina y el Caribe, sin embargo podrán participar otros países del mundo que estén interesados.

Durante esta semana, diversos proveedores de servicios habilitarán IPv6 en sus sitios *webs* y *datacenters*, para probar el funcionamiento de las redes y servicios brindados a clientes residenciales y corporativos, como también promover el uso del protocolo de *Internet*, preparando el camino ante posibles errores y fallas en los sistemas durante la adopción (Semana IPv6, 2011).

## Caso de Estudio

En esta sección se describe la aplicación de IPv6 en *Smart Grids*, o también conocidas como redes inteligentes, y en la utilización de *Smart Objects*, dispositivos que permiten comunicación bidireccional de la información para el control y monitoreo de elementos conectados a redes eléctricas, de agua, gas y otras, o para el monitoreo de condiciones del entorno (temperatura, humedad, etc.). Además se presentan ejemplos de implementación para cada uno de estos ámbitos.

### *Smart Grids*

El cableado de las redes eléctricas llega a múltiples puntos del territorio, formando una verdadera red vertical, muy jerárquica y que permite transmisión en una sola dirección. Esto quiere decir que la electricidad es transmitida desde unos puntos centrales, que son las compañías eléctricas, y terminan en diferentes instalaciones de consumo de usuarios finales (hogares, edificios de empresas, etc.).

Si se realiza una comparación con la red *Internet*, la característica esencial que diferencia a las redes eléctricas de ésta, es su capacidad de interacción o comunicación bidireccional. Considerando este modelo, las redes inteligentes de energía, o también conocidas como *Smart Grids*, son redes eléctricas que permiten una comunicación que retroalimenta del comportamiento colectivo de consumidores de la energía, permitiendo una mayor eficiencia en la distribución de ella (Tíscar, *Smart Grids*, redes inteligentes para la eficiencia energética, 2009).

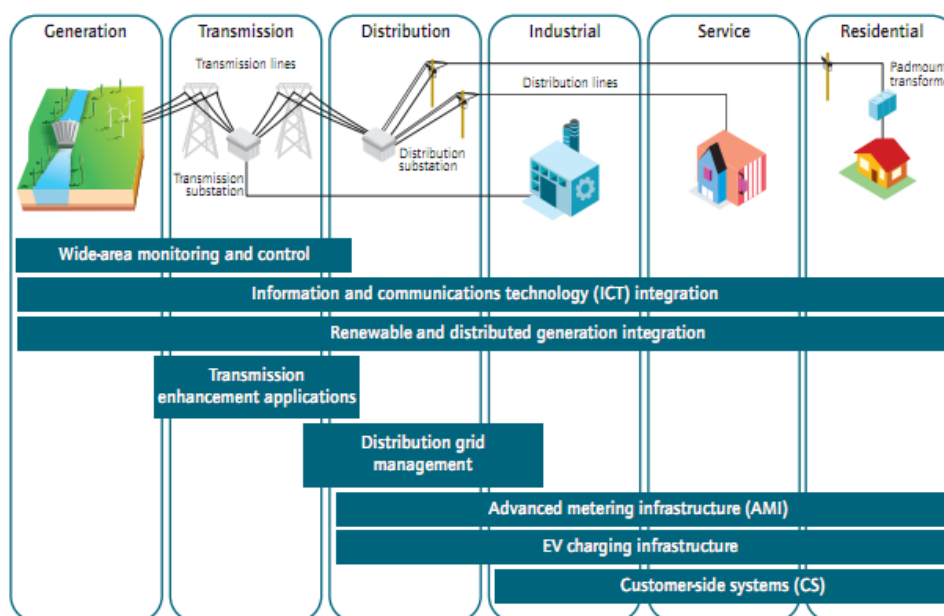
De acuerdo con este concepto, David M. Ratcliffe de *Southern Company*, empresa dedicada a la distribución eléctrica, fibra óptica y comunicación inalámbrica del estado de Nueva York (*Southern Company, About Us*, 2011), explica que las redes inteligentes de energía están compuestas de dos elementos básicos (IEEE TechActivities, *A Smart Grid for Intelligent Energy Use*, 2009):

- Una infraestructura automatizada de medición.
- Una infraestructura para el control eficiente de distribución y transmisión de la energía.

Utilizando las *Smart Grids* los clientes tienen conocimiento de dónde se usa la energía, cuánto es su propio consumo y cuánto es el consumo eléctrico en el hogar, dándole la posibilidad de tomar decisiones frente a ello (IEEE TechActivities, *A Smart Grid for Intelligent Energy Use*, 2011). Además, permite incrementar la fiabilidad y transparencia

en la entrega del servicio por parte de las empresas proveedoras de energía (IPv6 para Chile, La eficiencia energética dependerá de redes inteligentes, 2011).

El desarrollo de las *Smart Grids* es esencial para alcanzar los objetivos compartidos por la comunidad mundial sobre seguridad energética, desarrollo económico y mitigación del cambio climático. Las *Smart Grids* permiten responder de mejor manera a la creciente demanda de energía, velar por la eficiencia energética, integrar diversas fuentes de energías renovables y habilitar servicios de recarga de vehículos eléctricos. Tal como se muestra en la Ilustración 3, las áreas de aplicación de *Smart Grids* abordan todo el sistema eléctrico, desde la generación hasta el manejo de la energía a nivel residencial.



Source: Technology categories and descriptions adapted from NETL, 2010 and NIST, 2010.

Ilustración 3. Áreas Tecnológicas de las *Smart Grids*.

(Fuente: *International Energy Agency, Smart Grids Technology Roadmap, 2011*)

Si bien el mercado de las *Smart Grids* se encuentra en pleno desarrollo, países miembros de la OECD se encuentran invirtiendo en mejoras a las redes existentes y proyectos piloto de menor escala (*International Energy Agency, Smart Grids Technology Roadmap, 2011*). Además, puede ser una sólida aplicación y conductor para la adopción de IPv6, sobre todo por el requerimiento de gran disponibilidad de direcciones para este tipo de soluciones y que la última versión del protocolo es capaz de satisfacer (Kerner, *Cisco: IPv6 and Smart Grid Make Sense Together, 2009*) y ya ha sido mencionado como una posible *killer application* para IPv6 (Marsan, *Will Smart Grid power IPv6?, 2009*).

## IPv6 en *Smart Grids*

Para la implementación de las *Smart Grids* se requiere de una gran infraestructura que permitan la distribución eficiente de la energía eléctrica (Tíscar, *Smart Grids*, redes inteligentes para la eficiencia energética, 2009). Uno de los dispositivos inteligentes de mayor relevancia que componen esta infraestructura son los conocidos como fasores de unidades de medida o sincrofasores (PMU), que son dispositivos síncronos que muestrean la tensión y la corriente en puntos significativos (Boal, *Smart Grid*, 2010).

Existen diferentes soluciones para la comunicación entre los dispositivos inteligentes como ZigBee, Z-Wave, HomePlug, LonWorks, X10 e INSTEON entre otras (Boal, *Smart Grid*, 2010), como también desarrollos de nuevos estándares para este tema (Dingee, *Google and Mysterious WSN Protocol*, 2011). Sin embargo, el protocolo IP es un estándar abierto, mientras que las otras arquitecturas poseen limitaciones de licenciamiento, lo que significa mayores costos totales de propiedad. Además, el protocolo IP es sinónimo de interoperabilidad, crucial para obtener soporte de largo plazo a costos abordables; cualquier nuevo dispositivo compatible puede ser agregado a la red inteligente (IPv6 para Chile, La eficiencia energética dependerá de redes inteligentes, 2011). Desafortunadamente el espacio de direcciones disponibles para el protocolo actual (IPv4) está pronto a acabarse (RTC, *IPv6 Gets Ready for the Smart Grid and the Internet of Things*, 2011).

IPv6 posee un espacio de direcciones de 340 sextillones de direcciones (Wikipedia, IPv6, 2011), lo que permite un despliegue de miles de millones de dispositivos en las *Smart Grids* (Rich, *Why the Smart Grid needs IPv6*, 2010). Además, IPv6 tiene características relacionadas con:

- La estandarización del protocolo.
- La seguridad, que está definida a nivel del mismo protocolo.
- La escalabilidad en la incorporación de nuevos dispositivos.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de Estados Unidos (NIST, por su sigla en inglés) desarrolló un estándar aplicado a *Smart Grids* en donde establece el protocolo IP como el protocolo que deben utilizar los dispositivos como *smart meters*, aplicaciones inteligentes en el hogar y concentradores de datos, y además fomenta el uso de IPv6 en su desarrollo y despliegue (NIST, *NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0*, 2010).

## Ejemplo de Implementación

Un caso de utilización de IPv6 en la distribución eficiente de energía, es la arquitectura para FAN definida por el Grupo Elster, organización mundial que provee mediciones precisas, comunicaciones sofisticadas y soluciones de datos para clientes de gas, electricidad y agua en más de 130 países (Elster Group, *About Elster*, 2011).

La "Arquitectura IPv6 Estandarizada y Flexible para Redes de Área de Campo", presenta aplicaciones no solo en la gestión del consumo de la electricidad, sino que también provee aplicaciones avanzadas como la oportunidad para el usuario de optimizar su consumo de energía basado en el uso de la información en tiempo real de los precios de la electricidad, la monitorización del estado y el control de la red eléctrica, detección y aislamiento de errores que sirven para las futuras centrales de energía virtuales.

Esta arquitectura está compuesta de los siguientes elementos:

- Una colección de *smart meters*, distribuidos e interconectados en una red de bajo consumo y de pérdida (LLN) formando una NAN.
- Un conjunto de *edge routers*, que cumplen el rol de interconectar la NAN con la WAN, permitiendo y habilitando la comunicación bidireccional desde y hacia los *smart meters*.
- Una WAN que permite la comunicación con los proveedores de servicio.

Un ejemplo de esta arquitectura, que además posee varios niveles de redundancia, se presenta en la Ilustración 4.

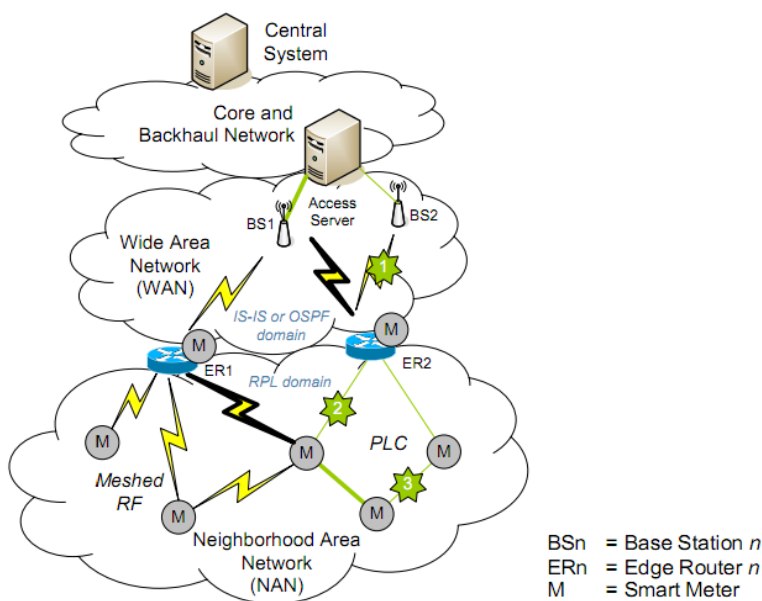


Ilustración 4. Infraestructura de Red Inteligente de Última Milla.

(Fuente: Elster Group, *A Standardized and Flexible IPv6 Architecture for Field Area Networks*, 2011)

De acuerdo al análisis presentado en el *paper* del Grupo Elster, las ventajas de utilizar IPv6 en esta arquitectura, por sobre otros protocolos, corresponden a las siguientes:

- Gran cantidad de direcciones para el despliegue de los medidores de la AMI, sensores para la distribución automatizada y otros elementos como subestaciones y medidores *stand-alone*.
- Capacidad de incorporar nuevos elementos a la infraestructura, por su flexibilidad en la configuración, adaptándose a las diferentes necesidades de crecimiento que ésta tenga.
- Es el protocolo más abierto para su uso en redes inalámbricas de malla e infraestructuras sobre PLC utilizando una adaptación de 6LoWPAN.
- Es parte de la estandarización realizada por la IETF para el protocolo de ruteo para LLNs (RPL, por su sigla en inglés).

Otras ventajas del protocolo IP son: que es un estándar abierto, liviano, versátil, flexible, escalable, seguro, estable y de uso extremo-a-extremo abarcando desde las centrales de distribución hasta los dispositivos conectados en las diferentes NAN (Elster Group, *A Standardized and Flexible IPv6 Architecture for Field Area Networks*, 2011).

### Smart Objects de uso Doméstico

Una red de área doméstica (HAN por su sigla en inglés) es una pequeña red para el hogar confeccionada de computadores y dispositivos digitales que tienen la capacidad de conectarse a través de un cable o de manera inalámbrica. Típicamente, esta red se compone de algunos computadores personales y dispositivos para uso en el hogar como impresoras, *scanners*, *routers*, etc. Una función importante es la capacidad de compartir el acceso a *Internet*, dependiendo del tipo de conexión provista por el ISP (conexión por fibra óptica, cable, DSL o banda ancha móvil) (Wikipedia, *Home Network*, 2011).

En una HAN se pueden encontrar dos tipos de dispositivos:

- **Dispositivos de infraestructura:** Son aquellos dispositivos que permiten la comunicación entre los diferentes dispositivos cliente dentro de la red. Por ejemplo: *modems* para la conexión a *Internet*; puertas de enlace residencial, que permiten la conexión entre el *modem* y el resto de la red; y los puntos de acceso inalámbricos, que permiten la conexión de dispositivos inalámbricos a la red.
- **Dispositivos Clientes:** Son dispositivos que permiten la interacción con el usuario a través de servicios. Por ejemplo: computadores personales como computadores de escritorio, *netbooks*, *notebooks* y *tablets*; productos de entretenimiento como televisión y consolas de juego; teléfonos *Internet* (VoIP); teléfonos inteligentes conectados vía Wi-Fi; y servidores de almacenamiento (NAS), impresión, etc.

Por otro lado, las redes domésticas de acceso inalámbrico (WHAN, por su sigla en inglés) son una variación de las HAN que utiliza conectividad inalámbrica a través de un *access point*. De esta manera, es posible habilitar el acceso a *Internet* para dispositivos que tengan tecnología Wi-Fi instalada, como *smartphones*, *laptops*, consolas de juegos, etc.

De acuerdo a la tendencia denominada "La *Internet* de las Cosas", cuya visión es que existan objetos embebidos en diferentes dispositivos, llamados *smart objects*, la utilización del protocolo IP permitiría una comunicación M2M de distintos dispositivos cliente, a través de internet, tales como implementos de automatización en el hogar, salud personal y productos de domótica que también serían parte de las WHAN (Shelby y Borman, *6LoWPAN: The wireless embedded Internet*, 2011). Un ejemplo de esto es un electrodoméstico (como un refrigerador o una lavadora) que posee un sensor que permite medir el consumo energético y que entrega esta información a un servicio de monitoreo que se encuentra conectado a la red doméstica.

Además, los *smart objects* no realizan un uso intensivo de los recursos, ya que no requieren estar transmitiendo constantemente a través de internet. Es así como se desarrolla el concepto de redes de bajo consumo y de pérdida (LLN), en donde los dispositivos conectados poseen microprocesadores de baja capacidad, que pasan gran parte del tiempo en *stand-by*, de baja sensibilidad y que requieren una baja potencia de transmisión (Levis, Vasseur y Culler, *Overview of Existing Routing Protocols for Low Power and Lossy Networks*, 2008).

### IPv6 en las LLNs

La convergencia del uso de las WHAN y la comunicación IP sobre LLNs han motivado el desarrollo de estándares basados en IP (Shelby y Borman, *6LoWPAN: The wireless embedded Internet*, 2011). Los beneficios de utilizar comunicación IP sobre redes de bajo consumo y pérdida son (Kushalnagar, Montenegro y Schumacher, *IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPANs): Overview, Assumptions, Problem Statement, and Goals*, 2007):

- Permite la utilización de la infraestructura actual.
- Son tecnologías probadas y que existen previamente.
- Es un estándar abierto.
- Ya existen herramientas para el diagnóstico, gestión y puesta en marcha.
- Los dispositivos basados en IP se pueden conectar directamente a estas redes, sin intermediarios como pasarelas o *proxies*.

Además, las características de autodescubrimiento y seguridad de IPv6 hacen que las WSN sean escalables. En este aspecto, el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE, por su sigla en inglés) desarrolló el protocolo conocido como 6LoWPAN, el que permite la utilización de IPv6 sobre LLNs, Este protocolo permite resolver los siguientes desafíos presentados en el uso de IPv6 (Shelby y Borman, *6LoWPAN: The wireless embedded Internet*, 2011):

- Las versiones del protocolo IP (IPv4/IPv6) asumen que los dispositivos siempre están conectados a la red, a pesar de que no estén transmitiendo. En 6LoWPAN, los dispositivos sólo se conectan a la red cuando deben transmitir información, lo que permite un uso eficiente de la energía necesaria para dicha operación.
- IPv6 requiere de *multicast*. 6LoWPAN incorpora el uso de este método de transmisión en comunicaciones inalámbricas de baja potencia, lo que

anteriormente no era soportado por las tecnologías de comunicación de radio existentes.

- La topología de malla es más eficiente en el uso de la energía. 6LoWPAN permite utilizar de manera más fácil este tipo de topología de red con IPv6.
- 6LoWPAN comprime el tamaño de las cabeceras a 7 *bytes*, disminuyendo el tamaño del *frame* necesario para transmitir sobre LLNs, evitando la fragmentación de paquetes mayores a 250 *bytes* (Sensinode Ltd., *Architecture of the Embedded Web*, 2008).
- 6LoWPAN optimiza el uso de los estándares de *Internet* sobre redes inalámbricas de baja potencia.

### Ejemplo de Implementación

La empresa *NXP Semiconductors* realizó una demostración de control doméstico utilizando un protocolo basado en 6LoWPAN, para el Evento "Internet de las Cosas" de *IPSO Alliance*, realizado el 12 de octubre de 2011 en el *TechMart* de Santa Clara (*IPSO Alliance, IPSO Press Reception – The Internet of Things*, 2011).

En esta demostración se presentó un conjunto de dispositivos de uso doméstico como lámparas fluorescentes, ampolletas de LED, enchufes inteligentes y un monitor, cada uno con su propia dirección IP, monitoreados y controlados a través de una aplicación móvil diseñada para *tablet* o *IPad* y conectados en forma inalámbrica a través de un *Gateway* (*Marketwire, NXP Demonstrates Smart Home Control Using 6LoWPAN*, 2011).

Este producto se conoce como *JenNet-IP*, una solución que utiliza una capa de red 6LoWPAN mejorada, dirigida a un ultra-bajo consumo de energía, para redes residenciales e industriales. Cada dispositivo en la solución posee un microcontrolador que le permite comunicarse de manera inalámbrica con el *bridge* que está conectado a la HAN y a otros dispositivos de la solución formando una clúster de dispositivos (*NXP Semiconductors, JenNet-IP wireless networking for the 'Internet of Things'*, 2011). En la Ilustración 5 se presenta un diagrama de la solución *JenNet-IP* controlada remotamente desde un *smartphone*, *tablet* o PC conectado a *Internet*.

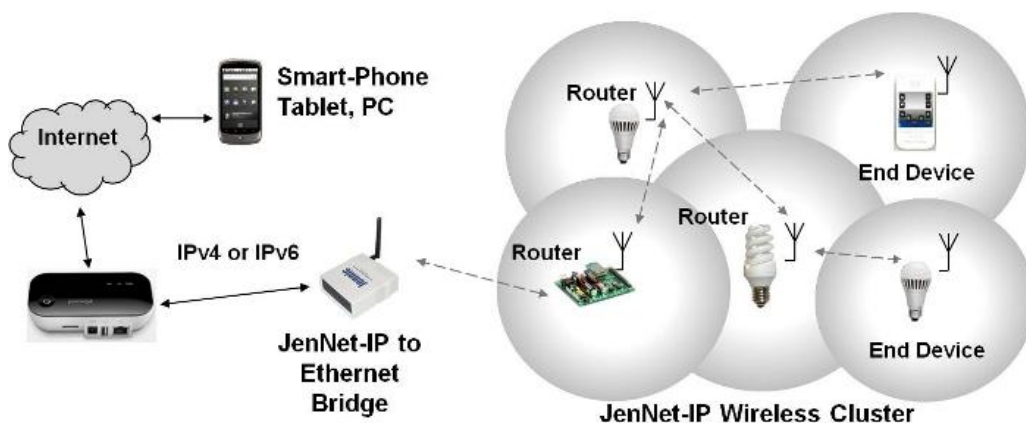


Ilustración 5. JenNet-IP controlada a través de *Internet* por un dispositivo móvil

Algunas características de la solución:

- Es escalable, con un límite de hasta 500 nodos.
- Puede ser operada conectada a *Internet* o de manera local.
- Es de bajo consumo.
- Basado en una red de tipo malla, optimizando el uso y minimizando el número de paquetes transferidos.
- Posee encriptación AES de 128 bits.
- De bajo costo de implementación.

Además, esta solución puede ser aplicada tanto en el área residencial, en aplicaciones de control remoto de audio y video, iluminación inteligente, seguridad, control de acceso y uso eficiente de energía, como en el área industrial, en aplicaciones de gestión de activos, iluminación, control de edificios, monitoreo ambiental y de red eléctrica (NXP Semiconductors, *JenNet-IP wireless networking for the 'Internet of Things'*, 2011).

## Desarrollo de Mercado

En este capítulo se muestra una visión global del desarrollo de mercado que se está generando en torno a la adopción del protocolo IPv6. Esta visión global se desarrolla a través de un análisis de todos los elementos del ciclo de I+D+i y comercialización de productos y servicios. Como parte de la metodología de trabajo, la información se ha organizado en:

- Quién es Quién: actores relevantes que han aportado tanto en la creación, desarrollo, difusión y adopción del protocolo, como en el avance tecnológico de productos y servicios que utilizan IPv6.
- Publicaciones IPv6: *papers*, estudios y artículos que dan cuenta de la investigación realizada e interés que existe en el mundo respecto al nuevo protocolo, y de las oportunidades que surgen con la investigación y desarrollo de nuevas aplicaciones.
- Patentes IPv6: patentes de productos y/o servicios, relacionadas con el protocolo, otorgadas a reconocidas instituciones públicas (por ejemplo: universidades, centros tecnológicos, etc.) y privadas (principalmente empresas).
- Productos y servicios IPv6: productos y/o servicios, que se basan en el nuevo protocolo y que están siendo comercializados por empresas reconocidas en el mundo. Además, como criterio de selección de estos productos y/o servicios se tiene que deben representar una oportunidad para el desarrollo económico del país.

A continuación se presenta cada uno de los puntos mencionados anteriormente.

## Quién es Quién (*Who is Who*)

A continuación se presentan empresas y organizaciones relevantes en el mercado de las *Smart Grids* y su contribución en la adopción de IPv6.

### Silver Spring Networks

Clasificación:	Industria.
Reseña	Empresa proveedora de <i>hardware</i> , <i>software</i> y servicios para la conexión de dispositivos de redes inteligentes, creando una plataforma inteligente unificada de energía. Sobre esta plataforma unificada, las redes inteligentes pueden implementar aplicaciones avanzadas, tales como medición y monitoreo a distancia, manejo de la demanda y automatización de la distribución y generación de electricidad.
Ubicación:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 555 Broadway Street, Redwood City, CA 94063, Estados Unidos.</li> <li>• Av. Chucrí Zaidan, 940, 16a, Torre 2, São Paulo – SP, 04583-906 Brasil.</li> <li>• Level 25, 360 Collins, Melbourne, VIC, 3000, Australia.</li> </ul>
Productos/Servicios:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Endpoints</i> inteligentes que permiten realizar mediciones de electricidad y gas, equipados con interfaces de red y <i>bridges</i> que transmiten comunicaciones entre los dispositivos de automatización.</li> <li>• Infraestructura de red como <i>access points</i> y <i>Relays</i>.</li> <li>• Aplicaciones de <i>UtilityIQ</i> para <i>Advanced Metering</i> y <i>Outage Detection</i> y programas administrativos.</li> <li>• <i>CustomerIQ</i> que permite que las empresas de servicios públicos comuniquen el uso, los precios y recomendaciones a los consumidores en forma directa.</li> <li>• Servicios durante la implementación de las redes inteligentes, tales como: diseño de malla, control, mantenimiento y capacitación.</li> </ul>
Contribución a la Adopción de IPv6:	<p>La plataforma inteligente de energía de Silver Spring se basa en los estándares de IPv6.</p> <p>En octubre de 2011, fue nombrada "Empresa del Año de Norteamérica" por Global Cleantech (de una lista de 100 empresas privadas de tecnología limpia). El reconocimiento se</p>

debe a la implementación de una plataforma de red IPv6 segura y de eficacia comprobada y a sus soluciones innovadoras (Silver Spring Networks, Global Cleantech nombra a Silver Spring Networks Empresa del año de Norteamérica, 2011).

Ha desarrollado varios proyectos con plataforma de red IPv6, entre ellos, se encuentra uno que implementará con la empresa Cable&Wireless Worldwide, para generación de energía eólica (*Flexible Plug and Play*) en el cual proveerá la infraestructura de red de radio frecuencia basada en IPv6. Este proyecto desarrollará un *Smart Grid system* en un área de 700km<sup>2</sup> entre Peterborough y March y Wisbech en Cambridgeshire (Williamson, *Smart Grid Project planned for Cambridgeshire, UK, 2011*).

En noviembre de 2011, la empresa fue seleccionada por *Maui Electric Company* (MECO) y el Instituto de Energía Natural de Hawaii en la Universidad de Hawaii (HNEI) para implementar un proyecto de red inteligente estratégica en la isla de Maui (Silver Spring Networks, *Silver Spring Networks Selected for Maui Smart Grid Project, 2011*).

Otro proyecto, corresponde a un laboratorio a gran escala para la red inteligente que estructura la Compañía de Gas y electricidad de Baltimore (Silver Spring Networks, Baltimore Gas and Electric Company selecciona a Silver Spring Networks para iniciativa de red inteligente, 2010).

Actores Destacados:

- Jong Yoon, *Network Architect*

Página Web:

<http://www.silverspringnet.com>

## Cisco Systems

Clasificación:	Industria
Reseña	<p>Es una empresa multinacional principalmente dedicada a la fabricación, venta, mantenimiento y consultoría relacionada con equipos de telecomunicaciones (redes de datos, telefonía y seguridad) y durante el año 2011 debuta con tecnologías <i>Smart Grids</i>. Este año presentó el lanzamiento de productos para implementación de medidores inteligentes a distancia, surgidos de su alianza estratégica con la firma Itron, un proveedor de soluciones de <i>Smart Grid</i> para redes de servicios públicos y tras la adquisición de la empresa Arch Rock, especialista en tecnologías de redes basadas en IP y de bajo consumo energético (6LoWPAN).</p>
Productos/Servicios:	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Routers, switches y hubs.</i></li><li>• <i>Firewalls</i></li><li>• Concentradores para <i>Virtual Private Networks</i> (VPN, por su sigla en inglés).</li><li>• Teléfonos IP.</li><li>• <i>Call Managers</i> IP.</li><li>• Equipos y software de gestión de redes centralizada</li><li>• Equipos para redes de almacenamiento.</li><li>• Nuevos productos y servicios asociados a <i>Smart Grids</i>.</li></ul>
Contribución a la Adopción de IPv6:	<p>Cisco ha sido un importante impulsor de IPv6 y reconoce que <i>Smart Grid</i> puede ser una sólida aplicación y conductor para la adopción de IPv6, sobre todo por el requerimiento de gran disponibilidad de direcciones para este tipo de soluciones y que la última versión del protocolo es capaz de satisfacer (Kerner, <i>Cisco: IPv6 and Smart Grid Make Sense Together</i>, 2009).</p> <p>Hace más de un año ha estado trabajando en la arquitectura de una línea de medidores de servicios, diseñando los términos de referencia de un estándar para <i>Smart Grid</i> sobre IP, que integrará comunicaciones de red para <i>smart metering</i> (mediciones inteligentes a distancia), utilizando IPv6. (IPv6 en Chile, noticia, debutan las tecnologías de Smart Grid de cisco, 2011).</p>
Actores Destacados:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Paul De Martini, Oficial de Tecnologías del grupo de</li></ul>

trabajo de *Smart Grid*.

- Roque Gagliano, Ingeniero *Senior*. Fue instructor de IPv6 en LACNIC como parte del proyecto 6Deploy.

Página Web: <http://www.cisco.com>

## IPSO Alliance

Clasificación:

Organización

Reseña

Es una organización sin fines de lucro que sirve a comunidades que buscan establecer al protocolo de internet como la red para conexión de *Smart Objects*, coordinando esfuerzos de *marketing* para el público general.

Entre las empresas miembros de la organización se encuentran: Intel, Bosch, Oracle, SAP, Sensinode, Cisco, Bii y Fujitsu entre otros.

Productos/Servicios:

- Promueve el uso de IP en objetos inteligentes mediante el desarrollo y publicación de White Papers, estudios de casos y actualización de información sobre los progresos en normativa desarrollada por IETF u otras organizaciones de estandarización.
- Organiza pruebas de interoperabilidad que permite mostrar a los miembros y las partes interesadas que los productos y servicios que utilizan IP para objetos inteligentes pueden trabajar juntos y cumplir con los estándares de la industria de la comunicación.
- Apoya a las organizaciones desarrolladoras de estándares en la elaboración de normas para IP para objetos inteligentes.

Contribución a la Adopción de IPv6:

Demuestra la Interoperabilidad de los *Smart Objects* con IPv6, conduciendo en abril de 2010 una serie de pruebas exitosas con importantes implementaciones de RPL y 6LoWPAN-HC (IPSO Alliance, *IPSO Alliance Demonstrates Smart Object Interoperability With Next-Generation IPv6 Internet Protocol*, 2011).

En octubre de 2008, miembros de la IPSO Alliance publicaron uIPv6, el *stack* IPv6 más pequeño del mundo (Slashdot, *World's Smallest IPv6 Stack By Cisco, Atmel, SICS*, 2008).

Actores Destacados: • Geoff Mulligan, Presidente. Además, es consultor y Presidente de la empresa Proto6 LLC

Página Web: <http://www.ipso-alliance.org>

## Sensinode Ltd.

Clasificación: Industria.

Reseña Es una empresa que entrega soluciones tecnológicas y de software para "la *Internet* de las cosas", la próxima evolución de *Internet* en dispositivos de todo tipo a los que se puede acceder a través de servicios *web*. Sus productos de software permiten optimizar *Internet* IP y acceso de los servicios *web* a las redes y dispositivos que están limitados por el ancho de banda, consumo de energía, memoria y capacidad. Sus principales mercados son la comunicación máquina a máquina (M2M), incluyendo *Smart Grid*, automatización de edificios, servicios de salud a distancia, seguimiento de activos, logística y seguridad.

Ubicación: *Hallituskatu 13-17 D, Fin-90100 Oulu, Finland.*

Productos/Servicios:

- NanoStack™ 2.0: *software* para radios 2,4 GHz y Sub-GHz. Basado en 6LoWPAN *stack*.
- NanoRouter™: *Router* de borde de red 6LoWPAN que permite el enrutamiento entre 6LoWPAN y redes IPv4 / IPv6.
- NanoService™ ofrece una solución de servicios *web* de extremo a extremo utilizando la tecnología CoAP de *web* incorporado, entregando un entorno de aplicaciones *web* de servidor, aplicaciones gráficas de referencia y una biblioteca de dispositivos.

Contribución a la Adopción de IPv6: Es una empresa pionera en el desarrollo de 6LoWPAN a nivel comercial y de tecnologías relacionadas con IPv6. Como miembro fundador de *IPSO Alliance* y miembro de la Alianza ZigBee, promueve y difunde el uso de IPv6.

Actores Destacados: Zach Shelby, Jefe de Investigación.

Página Web: <http://www.sensinode.com>

## Watteco

Clasificación:	Industria.
Reseña	<p>Watteco ha centrado sus esfuerzos de I+D en la creación de dispositivos inteligentes interoperables que utilizan la arquitectura IP.</p> <p>De este modo, ha adquirido habilidades en torno a la 6LoWPAN <i>stack</i>. Además, participa activamente en muchas alianzas, como IPSO Alliance y SICS con Contiki OS.</p>
Ubicación:	<i>1766 Chemin de la Planquette, ZAC La Pauline, 83130 La Garde – Francia.</i>
Productos/Servicios:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Servicios de Ingeniería 6LoWPAN.</li><li>• Transceptores 6LoWPAN</li><li>• Diseños de referencia 6LoWPAN</li></ul>
Contribución a la Adopción de IPv6:	<p>Desarrolla en el año 2010 un proyecto junto a Texas Instruments para la creación de una plataforma de comunicación inteligente de bajo poder. La solución se basó en 6LoWPAN, y permite la interoperabilidad entre una combinación de tecnología inalámbrica y dispositivos PLC en hogares (Watteco, <i>Watteco Develops Ultra-Low-Power IP Smart Grid Communications Solutions using Texas Instruments' MSP430™ microcontroller</i>, 2010).</p>
Actores Destacados:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Olivier Gros, Director Ejecutivo</li><li>• Eric Berthaud, Presidente</li></ul>
Página Web:	<a href="http://www.watteco.com">http://www.watteco.com</a>

## Publicaciones sobre IPv6

A continuación se presentan *papers* que se refieren al uso de IPv6 para automatización de hogares y en soluciones para monitoreo y gestión de la energía.

### *Using IPv6 and 6LoWPAN for home automation networks*

Descripción: En este *paper* se describe la implementación de un prototipo de red de automatización de hogares con uso de IPv6 sobre 6LoWPAN para el control de dispositivos electrónicos.

Se analizan las principales ventajas de utilizar IPv6 en lugar de los protocolos tradicionales de automatización local, entregando medidas para la transmisión de datos en banda de 2.4 GHz.

Autores: Dorge, B.M.; Scheffler, T de la Universidad Técnica de Ciencias Aplicadas de Berlín, Alemania.

Fecha: 29 de septiembre de 2011

Referencias: <http://ieeexplore.ieee.org/search/freesrchabstract.jsp?tp=&arnumber=6031865>

### *Low Cost Wireless Sensor Network in Distributed Generation*

Descripción: *Paper* que propone una aplicación de bajo costo que contempla un sensor inalámbrico compatible con IPv6. Este sensor se basa en la tecnología IEEE 802.15.4 y su capa de enlace y nodos tienen la capacidad de comunicarse directamente con otros dispositivos IP a través de *Internet*.

Autores: Bag, G.; Majumder, R.; Ki-Hyung Kim de ABB Group, Suecia.

Fecha: 4 de noviembre de 2010.

Referencias: <http://ieeexplore.ieee.org/search/freesrchabstract.jsp?tp=&arnumber=562205>

### *Event-driven IPv6 communication for the Smart Grid infrastructure*

Descripción: En este *paper* se propone que el uso de IPv6 en dispositivos es un importante paso para crear una estructura energética controlable a través de un monitoreo en tiempo real.

Se presenta la forma en que una casa inteligente integrada con un prototipo de *smart meter* equipado con IPv6, puede reportar lecturas de mediciones a servicios empresariales alojados en una nube, detectando desviaciones con respecto al uso esperado.

Autores: Hognunf, J.; Eriksson, J.; Finne, N.; Sauter, R.; Karnouskos, S.; del Instituto Sueco de Computación y Ciencias, Suecia.

Fecha: 12 de agosto de 2011.

Referencias: <http://ieeexplore.ieee.org/search/freesrabstract.jsp?tp=&arnumber=598214>  
[4](#)

### *RPL Based Routing for Advanced Metering Infrastructure in Smart Grid*

Descripción: En este *paper* se presenta un protocolo de enrutamiento diseñado e implementado para una Infraestructura Avanzada en Medición (AMI por su sigla en inglés) en *Smart Grid*.

En particular se propone un nuevo método de cálculo de rangos de Gráficos Acíclicos Dirigidos (DAG por su sigla en inglés) y un mecanismo de grabación de patrones inversos que habiliten en tiempo real lecturas de mediciones automatizadas y gestión en tiempo real de AMI.

Autores: Di Wang; Zhifeng Tao; Jinyun Zhang; Abo del Departamento de Ingeniería de Sistemas, Computación y Electricidad del Instituto Politécnico Rensselaer, USA.

Fecha: 8 de julio de 2010.

Referencias: <http://ieeexplore.ieee.org/search/freesrabstract.jsp?tp=&arnumber=550392>  
[4](#)  
<http://www.merl.com/reports/docs/TR2010-053.pdf>

## Patentes Relacionadas con IPv6

A continuación se presentan patentes relacionadas con aplicaciones en automatización de hogares y manejo de la energía eficiente, mediante la utilización de IPv6.

### *Communications Module Mounting for Domestic Appliance*

**Descripción:** En esta patente se presenta un horno microondas con la habilidad de conectarse a *Internet* a través de un sistema de comunicación, con un computador personal miniatura, *modem* y un servidor *web*. La aplicación se basa en Windows CE capaz de conectarse a una HAN IPv6, haciéndolo compatible con el protocolo.

**Solicitado Por:** Andrew Bridson, Dundee, NCR Corporation, Estados Unidos.

**Fecha Presentación:** 19 de marzo de 2002

**Estado:** En proceso.

**Referencias:** [http://www.google.com/patents/US6359270?dq=hdL5Ttb\\_NoS2tweB-snQBq](http://www.google.com/patents/US6359270?dq=hdL5Ttb_NoS2tweB-snQBq)

### *Communication Apparatus and Method for Vehicle Using IPv6 Network*

**Descripción:** Patente en la cual se presenta un aparato de comunicación para vehículos que usa IPv6. Éste puede incluir al menos una Unidad de Control Electrónico (ECU) con función de red de comunicación IPv6 y una entrada para el soporte de la red de comunicación interna del vehículo con una red externa.

**Solicitado Por:** Hong Seok Jeon, Chang Min Park, So Yeon Lee, Hyun Jeong Yun, Electronics and Telecommunications Research Institute, Korea.

**Fecha Presentación:** 20 de septiembre de 2010.

**Estado:** En proceso.

**Referencias:** <http://www.google.com/patents/US20110153149?dq=MOT5ToqTBJHrtqfcnqXRBq>

## Productos Compatibles con IPv6

A continuación se entrega un listado de productos y sus características técnicas que pueden ser utilizados para la implementación de soluciones a nivel residencial y empresarial.

### Cámara de Red AXIS Q1755

Descripción:	La cámara de red Axis Q1755 es una solución para proteger áreas en las que se necesitan imágenes muy detalladas, como casinos, controles aéreos, etc. Las principales características son calidad de imagen es HD con zoom y enfoque automático, alimentación es a través de <i>Ethernet</i> y es compatible con IPv6 e IPv4, además posee seguridad de red mediante varios niveles de acceso de usuario, filtrado de direcciones IP, cifrado HTTPS y autenticación IEEE 802.1X
Proveedor:	Axis Communications.
Precio de Referencia:	US\$ \$1,499.00
Referencia:	<a href="http://www.axis.com/es/products/cam_q1755/">http://www.axis.com/es/products/cam_q1755/</a>

### Home Gateway BB-HGW700A

Descripción:	Sistema de red para gestionar hasta 16 cámaras IP, permitiendo también el acceso a <i>Internet</i> para crear un portal personalizado, con distintos niveles de seguridad. Es compatible con IPv6 y cámaras que posean el protocolo.
Proveedor:	Panasonic
Precio de Referencia:	US\$ 405.99
Referencia:	<a href="http://www.smarthome.com/971365/Home-Gateway/p.aspx">http://www.smarthome.com/971365/Home-Gateway/p.aspx</a>

### HP Jetdirect 630n IPv6 Gigabit Print Server

Descripción:	Servidor interno de impresión que admite los protocolos IPv4 e IPv6, diseñado para gestionar trabajos de impresión complejos, que requieran de mayor velocidad y calidad de impresión. Trabaja en redes con velocidades <i>Gigabit</i> .
Proveedor:	HP
Precio de Referencia:	US\$ 189.00
Referencia:	<a href="http://h10010.www1.hp.com/wwpc/us/en/sm/WF05a/18972-18972-236253-34213-236264-3323024.html">http://h10010.www1.hp.com/wwpc/us/en/sm/WF05a/18972-18972-236253-34213-236264-3323024.html</a>

### Cámara IP BB-HCM311A

Descripción:	Cámara que no necesita un PC para enlazamiento. Incorporan un servidor <i>web</i> , <i>software</i> de control y <i>software</i> de <i>e-mail</i> . Se puede configurar para el envío de <i>e-mails</i> según programación temporal o al detectar señales en los sensores de seguridad y/o presencia. Soporta IPv6 e IPv4.
Proveedor:	Panasonic
Precio de Referencia:	US\$ 299.95
Referencia:	<a href="http://shop.panasonic.com/shop/model/BB-HCM311A">http://shop.panasonic.com/shop/model/BB-HCM311A</a>

### HD-PLC Ethernet Adaptor BL-PA300A

Descripción:	El HD-PLC ( <i>High Definition Power Line Communication</i> ) <i>Ethernet Adaptor</i> permite que el cableado de una casa sirva como enlace entre un PC y <i>modem</i> . Permite conectarse a <i>Internet</i> desde cualquier lugar con una toma de corriente. Soporta IPv6 e IPv4.
Proveedor:	Panasonic
Precio de Referencia:	US\$ 69.95
Referencia:	<a href="http://shop.panasonic.com/shop/model/BL-PA300A">http://shop.panasonic.com/shop/model/BL-PA300A</a>

## Referencias

### Situación Mundial Actual

- *IP Adress Management (IPAM), IPv4 Address Capacity*  
<http://ipamworldwide.com/component/content/article/36-ipv4/111-rir-ipv4-exhaustion.html> [accedido el 29 de diciembre de 2011]
- Geoff Houston, *IPv4 Adress Report*, <http://www.potaroo.net/tools/ipv4/index.html> [accedido el 29 de diciembre de 2011]
- RIPE NCC, *IPv6 Enabled Networks*,  
<http://v6asns.ripe.net/v/6?s= ALL;s= RIR APNIC;s= RIR AfriNIC;s= RIR ARIN;s= RIR LACNIC;s= RIR RIPE NCC> [accedido el 29 de diciembre de 2011]
- Sean Michael Kerner, *IPv6 Adoption Growing Thanks to Go Daddy*, 23 de noviembre de 2011, <http://www.enterprisenetworkingplanet.com/netsp/ipv6-adoption-growing-thanks-to-go-daddy.html> [accedido el 29 de diciembre de 2011]
- Haythum Babiker, Irena Nikolova y Kiran Kumar Chittimaneni, *Deploying IPv6 in the Google Enterprise Network. Lessons learned*, 2011,  
[http://www.usenix.org/events/lisa11/tech/full\\_papers/Babiker.pdf](http://www.usenix.org/events/lisa11/tech/full_papers/Babiker.pdf) [accedido el 29 de diciembre de 2011]
- Semana IPv6, 2011, <http://semanaipv6.org/index.html> [accedido el 29 de diciembre de 2011]

### Caso de Estudio

- *International Energy Agency, Smart Grids Technology Roadmap*, abril de 2011,  
[http://www.iea.org/papers/2011/smartgrids\\_roadmap.pdf](http://www.iea.org/papers/2011/smartgrids_roadmap.pdf) [accedido el 4 de enero de 2012]
- Marsan, *Will Smart Grid power IPv6?*, 29 de octubre de 2009,  
<http://www.networkworld.com/news/2009/102909-smart-grid-ipv6.html> [accedido el 4 de enero de 2012]
- Tíscar, *Smart Grids*, redes inteligentes para la eficiencia energética, 14 de julio de 2009, <http://multimediaeducativo20.blogspot.com/2009/07/smart-grids-redes-inteligentes-para-la.html> [accedido el 15 de diciembre de 2011]
- *Southern Company, About Us*, 2011,  
<http://www.southerncompany.com/aboutus/home.aspx> [accedido el 15 de diciembre de 2011]

- IEEE TechActivities, *A Smart Grid for Intelligent Energy Use*, 19 de enero de 2011, [http://www.youtube.com/watch?v=YrcqA\\_cqRD8](http://www.youtube.com/watch?v=YrcqA_cqRD8) [accedido el 15 de diciembre de 2011]
- IPv6 para Chile, *La eficiencia energética dependerá de redes inteligentes*, 2011, <http://www.ipv6.cl/noticia/eficiencia-energetica-dependera-de-redes-inteligentes> [accedido el 15 de diciembre de 2011]
- Boal, *Smart Grid*, 24 de mayo de 2010, <http://www.dea.icaei.upco.es/sadot/Comunicaciones/avanzadas/Smart%20grid%20-%20Jaime%20Boal.pdf> [accedido el 15 de diciembre de 2011]
- Don Dingee, *Google and Mysterious WSN Protocol*, 21 de mayo de 2011, <http://l2myowndevices.com/index.php/2011/05/21/google-and-mysterious-wsn-protocol/> [accedido el 15 de diciembre de 2011]
- RTC, *IPv6 Gets Ready for the Smart Grid and the Internet of Things*, septiembre de 2011, <http://www.rtcmagazine.com/articles/view/102263> [accedido el 15 de diciembre de 2011]
- Wikipedia, IPv6, 2011, <http://es.wikipedia.org/wiki/IPv6> [accedido el 15 de diciembre de 2011]
- Yurie Rich, *Why the Smart Grid needs IPv6, Rocky Mountain IPv6 Task Force Conference*, 27 de mayo 2010, [http://www.rmv6tf.org/2010-IPv6-Summit-Presentations/Scalability%20-%20Why%20the%20Smart%20Grid%20needs%20IPv6\\_v0.3%20Yurie%20Rich.pdf](http://www.rmv6tf.org/2010-IPv6-Summit-Presentations/Scalability%20-%20Why%20the%20Smart%20Grid%20needs%20IPv6_v0.3%20Yurie%20Rich.pdf) [accedido el 15 de diciembre de 2011]
- National Institute of Standards and Technology, *NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0*, enero de 2010, [http://www.nist.gov/public\\_affairs/releases/upload/smartgrid\\_interoperability\\_final.pdf](http://www.nist.gov/public_affairs/releases/upload/smartgrid_interoperability_final.pdf) [accedido el 15 de diciembre de 2011]
- Elster Group, *About Elster*, 2011, <http://www.elster.com/en/about-elster> [accedido el 30 de diciembre de 2011]
- Elster Group, *A Standardized and Flexible IPv6 Architecture for Field Area Networks*, 21 de noviembre de 2011, <http://www.elster.com/en/a-standardized-and-flexible-ipv6-architecture-for-field-area-networks> [accedido el 30 de diciembre de 2011]
- Wikipedia, *Home Network*, 2011, [http://en.wikipedia.org/wiki/Home\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Home_network) [accedido el 15 de diciembre de 2011]

- Zach Shelby y Carsten Borman, *6LoWPAN: The wireless embedded Internet*, 23 de mayo de 2011, <http://www.eetimes.com/design/embedded-internet-design/4216240/6LoWPAN--The-wireless-embedded-Internet---Part-1--Why-6LoWPAN-> [accedido el 27 de diciembre de 2011]
- Phil Levis, JP Vasseur y David Culler, *Overview of Existing Routing Protocols for Low Power and Lossy Networks*, 15 de agosto de 2008, [http://www.powershow.com/view/14fa46-ZmYzO/Overview\\_of\\_Existing\\_Routing\\_Protocols\\_for\\_Low\\_Power\\_and\\_Lossy\\_Networks\\_draftlevisrolloverviewprotoc\\_flash\\_ppt\\_presentation](http://www.powershow.com/view/14fa46-ZmYzO/Overview_of_Existing_Routing_Protocols_for_Low_Power_and_Lossy_Networks_draftlevisrolloverviewprotoc_flash_ppt_presentation) [accedido el 27 de diciembre de 2011]
- Nandakishore Kushalnagar, Gabriel Montenegro y Christian Schumacher, *IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPANs): Overview, Assumptions, Problem Statement, and Goals*, agosto de 2007, <http://tools.ietf.org/html/rfc4919> [accedido el 27 de diciembre de 2011]
- Sensinode Ltd., *Architecture of the Embedded Web*, 2008, <http://www.sensinode.com/EN/technology.html> [accedido el 27 de diciembre de 2011]
- IPSO Alliance, *IPSO Press Reception – The Internet of Things*, 2011, <http://www.ipso-alliance.org/ipso-press-reception> [accedido el 27 de diciembre de 2011]
- Marketwire, *NXP Demonstrates Smart Home Control Using 6LoWPAN*, 12 de octubre de 2011, <http://www.marketwire.com/press-release/nxp-demonstrates-smart-home-control-using-6lowpan-nasdaq-nxpi-1571803.htm> [accedido el 27 de diciembre de 2011]
- NXP Semiconductors, *JenNet-IP wireless networking for the 'Internet of Things'*, 2011, [http://www.jennic.com/products/protocol\\_stacks/jennet-ip](http://www.jennic.com/products/protocol_stacks/jennet-ip) [accedido el 27 de diciembre de 2011]

### Desarrollo de Mercado

- Silver Spring Networks, *Global Cleantech nombra a Silver Spring Networks Empresa del año de Norteamérica*, 2011, <http://www.silverspringnet.com/es/newsevents/pr-101711-es.html> [accedido el 16 de diciembre de 2011]
- Williamson, *Smart Grid Project planned for Cambridgeshire, UK, Renewable Energy Focus Online*, 9 de diciembre de 2011,

<http://www.renewableenergyfocus.com/view/22563/smart-grid-project-planned-for-cambridgeshire-uk/> [accedido el 16 de diciembre de 2011]

- Silver Spring Networks, *Silver Spring Networks Selected for Maui Smart Grid Project*, 8 de noviembre de 2011, <http://www.silverspringnet.com/newsevents/pr-110811.html> [accedido el 16 de diciembre de 2011]
- Silver Spring Networks, Baltimore Gas and Electric Company selecciona a Silver Spring Networks para iniciativa de red inteligente, 1 de septiembre de 2010, <http://www.silverspringnet.com/es/newsevents/pr-090110-es.html> [accedido el 16 de diciembre de 2011]
- Sean Michael Kerner, *Cisco: IPv6 and Smart Grid Make Sense Together*, 17 de septiembre de 2009, <http://www.internetnews.com/infra/article.php/3839641/Cisco+IPv6+and+Smart+Grid+Make+Sense+Together.htm> [accedido el 30 de diciembre de 2011]
- IPSO Alliance, *IPSO Alliance Demonstrates Smart Object Interoperability With Next-Generation IPv6 Internet Protocol*, 6 de mayo de 2011, <http://www.ipso-alliance.org/ipso-alliance-demonstrates-smart-object-interoperability-with-next-generation-ipv6-internet-protocol> [accedido el 16 de diciembre de 2011]
- Slashdot, *World's Smallest IPv6 Stack By Cisco*, Atmel, SICS, 2008, <http://tech.slashdot.org/story/08/10/15/1839209/worlds-smallest-ipv6-stack-by-cisco-atmel-sics> [accedido el 16 de diciembre de 2011]
- Watteco, *Watteco Develops Ultra-Low-Power IP Smart Grid Communications Solutions using Texas Instruments' MSP430™ microcontroller*, 4 de noviembre de 2010, <http://www.watteco.com/index.php/component/content/article/5-news/149-news-us-watteco-develops-ip-smart-grid-solutions.html> [accedido el 16 de noviembre de 2011]