

## ¿Es posible garantizar QoS sobre redes híbridas de 5ª Generación Li-Fi para servicios en tiempo real?

*Juan Carlos Delgadillo<sup>1</sup>*

### **Resumen:**

Con el presente documento se pretende establecer el estado del arte de QoS sobre redes híbridas RF/Li-Fi, con la intención de determinar las posibilidades de mejora que ofrece esta tecnología y valorar de una forma realista el potencial de desarrollo, específicamente sobre servicios en tiempo real.

**Palabras clave:** Internet de las cosas (IoT), Li-Fi (Light Fidelity), Network, RF, Teoría evolutiva de juegos (EGT).

### **Abstract:**

With this document, the intention is to establish the state of the art of Hybrid RF/Li-Fi, with the aim of identifying opportunities for improvement offered by this technology and evaluate realistically the potential for development, specifically VoIP services.

**Keywords:** Evolutionary Game Theory (EGT). Internet of Things (IoT), Li-Fi (Light Fidelity), Network, RF.



## Introducción

Actualmente, las redes inalámbricas RF tradicionales están en auge con las posibilidades de integración con tecnologías que provean mayor ancho de banda y respuestas ágiles. Las tecnologías y mecanismos están disponibles, presentándose la necesidad de coexistencia e Interoperatividad, en este caso, de redes tradicionales RF y redes Li-Fi.

Los sistemas de comunicaciones inalámbricos hoy en día, manejan un alto porcentaje de usuarios e información que hace que los esfuerzos en investigación e innovación se enfoquen hacia este sector de la tecnología de forma imperativa. Los grandes operadores de telecomunicaciones apuntan sus iniciativas a suplir las necesidades que esta alta demanda requiere para todos los

mercados e industrias. Tecnologías de 4a y 5a generación están presentes en la mayoría de los países, pero existen ciertas ventajas que aún no han logrado aprovecharse de la mejor manera. Esta investigación pretende abordar uno de los campos que resulta ser de especial interés en la innovación del sector de las redes inalámbricas, el de QoS sobre redes híbridas RF/Li-Fi para servicios de VoIP.

Teniendo en cuenta lo anterior es de vital importancia iniciar labores de análisis y estado del arte enfocado en la obtención de los requisitos que tienen estas redes y sobre todo su integración, que como característica fundamental, ofrece mayor ancho de banda y posibilidades de descentralización de procesamiento.

## Estudios de balanceo de cargas y Qos

Para IoT, el espectro de RF actual está limitando las posibilidades de velocidad de los usuarios. Se está considerando la integración de redes Li-Fi con redes RF buscando aprovechar el espectro de la luz visible en términos de velocidad y las garantías de cubrimiento de la radiofrecuencia RF. Para Wang (2015) se establece un algoritmo de balanceo de cargas que permite que los usuarios sean autónomos en la selección de los Aps, de acuerdo a sus necesidades. Esta propuesta descentralizada permitirá una descarga de procesamiento de unidades centrales. (Wang, 2015) De acuerdo al incremento de posibilidades con el IoT, los objetos que en el futuro se conectarán a IoT llegarán a ser hasta 20 por personas, aumentando considerablemente el ancho de banda necesario para su correcto funcionamiento.

Con la propuesta híbrida de Li-Fi, el incremento de velocidades es notable, llegando hasta los 100

Gb/s, sin mencionar que no existen interferencias respecto al RF, debido a que las señales manejan diferentes porciones del espectro. La línea de vista en Li-Fi presentaría un inconveniente en su implementación, ya que al perderse ésta, la velocidad decrecería, pero la propuesta híbrida hace que en estos casos, el AP de RF pueda proveerles servicio a los usuarios.

Respecto al detalle del sistema, para la parte Li-Fi, se establecen transmisores LEDs de baja potencia y fotodetectores en los receptores, con ángulo perpendicular al ángulo de radiación. Como este tipo de transmisión requiere de línea de vista que es normalmente bloqueada por muros, este bloqueo se aprovecha para reutilizar frecuencias en varias celdas. Con respecto a la red convencional de RF, los APs utilizan frecuencias diferentes.



Allí plantea un problema en las comunicaciones D2D radicando este en el re-uso de los canales utilizados en las comunicaciones celulares, y se realiza un enfoque D2D sobre redes LTE para optimizar la operación del Uplink y el down-link para situaciones de emergencia, asegurando la conectividad, pensando en las señales de video en tiempo real con QoS. El enfoque hacia las redes de emergencia orienta la investigación hacia una solución de clúster en la que se busca que solo un celular que se llama "cabeza de clúster" tenga la posibilidad de comunicación con la estación base. El control hacia los demás clúster se realizará a través de este dispositivo primando de esta manera su necesidad de

comunicación orientado hacia la posibilidad de interconexión inmediata en situaciones de emergencia.

Para Yaacoub (2015) se realiza un análisis de servicios de Video y la QoS aplicada a redes LTE. Este tratamiento consta básicamente de un grupo de imágenes que se codifican y se agrupan en tramas que posteriormente se transmitirán. No se realiza ningún tipo de marcado y las re-transmisiones se efectúan cuando se vence algún tiempo de transmisión y no se recibe trama alguna. Al no recibirse alguna trama, la métrica del sistema calcula cierta distorsión.

## Panorama 5G

Se estima que en el futuro las capacidades de las redes móviles incrementen en un factor de 1000 veces, sin tener en cuenta los dispositivos presentes en IoT (Talwar,2015). Desde el punto de vista de redes 5G, las soluciones candidatas incluyen: 1. Mayor densificación con menor gestión de las estaciones base, las cuales deben tener la posibilidad de conectar varias tecnologías de radio acceso. 2. Uso de diferentes arreglos MIMO (varias antenas por estaciones base). 3. Uso de longitudes de onda del orden de los milímetros (Frecuencias entre los 3 y 300 GHz), con el objetivo de aprovechar el ancho de banda en estas frecuencias. 4. Comunicación D2D. Las predicciones para 5G se estiman en requerimientos de velocidad del orden de los GBps para usuarios, muy baja latencia y mayor eficiencia en el manejo de la batería de los dispositivos. Las conexiones D2D descargarían tráfico celular de las estaciones base, esto a través de enlaces WFD (Wi-Fi Direct). 5. Full Duplex FD Wireless usando la misma banda de frecuencias. Esto requiere tratar el fenómeno de auto-interferencia de los dispositivos

Con respecto a las estaciones base, se espera que éstas puedan integrarse con soluciones Wi-Fi aumentando de esta manera el rango de cobertura.

Según Illoumi (2015) los estándares de las redes celulares están adicionando técnicas de patrones de direccionamiento resultado del incremento de dispositivos IoT. Este incremento está exigiendo tendencias que permitan en mayor medida el intercambio entre aplicaciones e incremento en la interoperabilidad. Además, la estructura rígida de los modelos de datos está migrando hacia modelos dinámicos con las necesidades del mercado y usuarios. Otras áreas de estandarización en las que se observa un interés pronunciado corresponden a la seguridad para IoT y conectividad para áreas amplias con baja potencia. Se clasifican de esta manera cuatro grandes tópicos en los que la investigación exige una migración hacia estándares: Networking incluyendo 5G, interoperabilidad semántica, seguridad y conectividad para áreas amplias con baja potencia.

## Aplicaciones de IoT sobre redes de 5a generación

Dadas las preocupaciones significativas respecto a las emisiones de carbono de los combustibles fósiles, el calentamiento global y la crisis de la energía, los recursos energéticos distribuidos renovables (DER), se integrarán con las redes inteligentes, lo que hará que el suministro de energía sea más fiable, disminuyendo el costo y las pérdidas de transmisión. Por desgracia, uno de los principales desafíos técnicos en la planeación de un sistema de potencia, control y operación con DER es la regulación de tensión en el nivel de distribución. Este problema estimula el despliegue de sensores y ejecutores en redes inteligentes con el fin de que la regulación de la tensión se puede controlar a un nivel aceptable. La información de múltiples DER se transmite a un centro de control vía IoT basado en redes de 5ª generación.

La infraestructura de comunicaciones propuesta ofrece una oportunidad para hacer frente al reto

de la regulación de voltaje con enlaces de comunicación de dos vías para recopilar, estimar y controlar el estado de las microredes. Basados en esta infraestructura de comunicaciones, se proponen un filtro de Kalman de mínimos cuadrados para la estimación de estado y un método de control de retroalimentación para regulación de voltaje. En concreto, se propone optimizar el índice de rendimiento utilizando técnicas de programación semidefinidas en el contexto de aplicaciones de redes inteligentes.

Desde el punto de vista de IoT, esta aplicación de energía se basa en la posibilidad de integración de comunicaciones con dispositivos heterogéneos con miras en una plataforma global de energía renovable. Sobre los principios de 5ª Generación, se busca habilitar nuevas facilidades, seguridad, altas velocidades para cada servicio y dispositivo

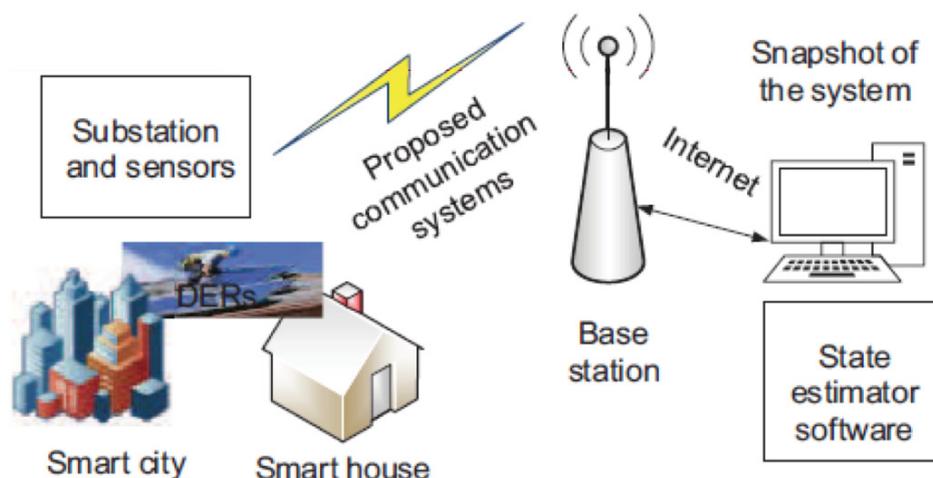


Figura 1. Sistema de comunicaciones 5G propuesto

Fuente: IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC)



---

## Referencias

- ◆ Savage Neil. Li-Fi Gets ready to compete with Wi-Fi. Recuperado de <http://spectrum.ieee.org>, 2014.
- ◆ Yunlu Wang, Xiping Wu and Harald Haas, « Distributed Load Balancing for Internet of Things by using Li-Fi and RF Hybrid Network,» 2015 IEEE 26th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications - (PIMRC): Mobile and Wireless Networks, 2012
- ◆ Elias Yaacoub, « On the Use of Device-to-Device Communications for QoS and Data Rate Enhancement in LTE Public Safety Networks,» 2015 IEEE Qatar Mobility Innovations Center (QMIC), Qatar Science and Technology Park, Doha, Qatar. 2014 Workshop on Visible Light Communications and Networking
- ◆ Shilpa Talwar, Debabani Choudhury, Konstantinos Dimou, Ehsan Aryafar, Boyd Bangerter, Kenneth Stewart, « Enabling Technologies and Architectures for 5G Wireless,» 2015 IEEE Intel Corporation, Santa Clara, CA
- ◆ Elloumi, O. Song, J., Ghamri-Doudane, Y. y Leung, V., « IoT \_ M2M From Research To Standards The Next Steps» 2015 IEEE communications Magazine.
- ◆ Md Rana, Li Li and Steven Su « Kalman Filter Based Microgrid State Estimation and Control Using the IoT with 5G Networks » Faculty of Engineering and Information Technology University of Technology, Sydney, Broadway, NSW 2007, Australia. 2014 2015 IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC)

