

**Propuesta de Proyecto de Investigación  
Maestría en Ciencias y Tecnologías de la Información**

**<31, Octubre, 2019>**

**1. Nombre del proyecto: Esquema para dimensionamiento de un sistema 5G con tráfico IoT aplicado a una red de radio cognitivo.**

**2. Responsable(s): Dr. Enrique Rodríguez de la Colina** (Departamento de Ingeniería Eléctrica en el Área de Redes y Telecomunicaciones de la UAM-I, e-mail: erod@xanum.uam.mx) y **Dr. Luis Alberto Vásquez Toledo** (Departamento de Ingeniería Eléctrica en el Área de Redes y Telecomunicaciones de la UAM-I, e-mail: lvasquezt@xanum.uam.mx)

**3. Área(s) de conocimiento relacionada(s) con el proyecto**

Sistemas de Comunicación Digital, Comunicaciones inalámbricas y análisis de teletráfico.

**4. Descripción del proyecto**

**- Contexto**

En relación con los sistemas de comunicaciones móviles actuales, se estima que para el año 2020, la red 5G deberá tener un volumen de datos 1000 veces mayor al actual, para lograr estos requerimientos es necesario el uso de la red de acceso de radio en la nube, las redes definidas por software y la virtualización de las redes, por lo tanto, las redes 5G no son simplemente una evolución de las redes 4G.

El Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés, Internet of Things), es un concepto emergente en el que una variedad de objetos inteligentes o cosas que nos rodean, como teléfonos móviles, sensores, actuadores y etiquetas de identificación por radiofrecuencia, se integrarán perfectamente y se comunicarán e interactuarán entre sí para lograr objetivos comunes. En general, estas redes tienen como objetivo proporcionar servicios inalámbricos a todos los usuarios de la red con buena calidad de servicio y conectividad ubicua y de alta velocidad de datos.

En las redes de radio cognitivo (CR), los nodos CR pueden reconocer las partes no utilizadas del espectro y adaptar sus comunicaciones para utilizarlas mientras minimizan la interferencia en los usuarios con licencia.

**- Motivación**

La tecnología inalámbrica de quinta generación (5G) es la última evolución de las redes móviles de banda ancha. Las mejoras tecnológicas en las futuras redes 5G requieren un nivel de rendimiento que no se ha requerido ni alcanzado en generaciones anteriores de redes móviles de banda ancha. Las comunicaciones móviles 5G prometen un acceso casi ilimitado a la información y el intercambio de datos con una latencia reducida, en cualquier momento y en cualquier lugar.

La conectividad es la base de una red IoT. Se prevé que miles de millones de dispositivos estarán conectados en la red 5G IoT para 2020 para construir una ciudad inteligente.

Otro desafío importante para 5G será la mejora de la eficiencia espectral para ofrecer altas velocidades de transferencia de datos a más teléfonos inteligentes.

Una licencia otorga un derecho exclusivo para operar (transmitir y recibir señales inalámbricas) en una banda de frecuencia específica, en una ubicación específica o área geográfica. Pero gran parte del espectro con licencia permanece sin usar en diferentes momentos y/o ubicaciones. Esas ranuras temporales del espectro (también conocidas como agujeros del espectro o espacios en blanco) pueden alcanzar el 15-85% del espectro con licencia. Claramente, para mejorar la eficiencia espectral general, los usuarios sin licencia pueden acceder a tales agujeros de espectro. Este hecho sugiere la necesidad de acceso al espectro oportunista sin causar interferencia indebida a los usuarios con licencia. Dicha capacidad es la característica definitoria de los nodos de CR, que requieren algoritmos y protocolos para la detección, coordinación y cooperación rápidas del espectro.

En este trabajo nos centraremos en los requerimientos de la red 5G, para desarrollar una propuesta de asignación de recursos con tráfico IoT que permita evaluar el desempeño en una red de radio cognitivo.

#### **- Aporte esperado al área de conocimiento**

Con este trabajo se obtendrá una propuesta de operación que permita evaluar el desempeño de una red de radio cognitivo con tráfico IoT para sistemas celulares 5G, mediante herramientas matemáticas, tales como teoría de colas (análisis de nacimiento y muerte), análisis de interferencias, y herramientas de simulación.

## **5. Objetivos**

### **Objetivo general**

- Desarrollar un esquema de asignación de recursos para un sistema 5G con tráfico IOT aplicado a una red de radio cognitivo, que permita evaluar el desempeño del sistema.

### **Objetivos particulares**

- Realizar un estudio detallado de las capacidades y requerimientos para 5G.
- Realizar un estudio detallado sobre el estado del arte de IoT y de las redes de radio cognitivo.
- Desarrollar un análisis de dimensionamiento de una red de radio cognitivo utilizando los procesos de nacimiento y muerte.
- Desarrollar un diagrama de transición de estados que muestre los posibles estados del sistema.
- Utilizar distribuciones de cola pesada para representar el IoT en la red 5G.
- Evaluar el esquema propuesto.
- Comparar los resultados obtenidos.

## **6. Metodología**

- Investigación exploratoria: ya que el tema a desarrollar es poco estudiado y es una de las propuestas para la implementación de los sistemas celulares de quinta generación para el año 2020, por lo que los resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto.
- Investigación documental: ya que la obtención y análisis de datos son provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos.

## **7. Calendarización de actividades**

A continuación, se plantea las actividades a realizar durante el período del desarrollo del trabajo de investigación.

### **Primer trimestre:**

En el primer trimestre se realizará una recopilación bibliográfica sobre el estado del arte, para realizar un estudio exhaustivo sobre los trabajos realizados en esta vertiente y así poder identificar contribuciones a desarrollar. Se realizarán simulaciones para reproducir algunos resultados de la recopilación bibliográfica realizada.

### **Segundo trimestre:**

En este trimestre se continuará con la reproducción de simulaciones orientados a los enfoques del estado del arte. Se continuará con la revisión del estado del arte, y se comenzarán la escritura del primer y segundo capítulo de la tesis.

Se culminará el estudio del estado del arte y reproducciones de los trabajos revisados, consigo se terminará de escribir el primer capítulo de la tesis. Se realizará la escritura del segundo capítulo que tratará sobre algoritmos y modelos matemáticos para analizar las funciones de densidad de probabilidad para diferentes tipos de servicios, IoT. Se identificarán problemas abiertos para su estudio.

### **Tercer trimestre:**

Se desarrollarán contribuciones originales en base al análisis realizado sobre las redes de radio cognitivo con tráfico IoT. Se continuará trabajando en contribuciones originales para resolver el problema planteado en esta propuesta, haciendo uso de las herramientas estudiadas. Se comenzará con la escritura del tercer capítulo de la tesis el cual comprenderá en plasmar el problema a resolver y detallar las herramientas que se utilizarán para resolver dicho problema.

Se terminará de desarrollar la propuesta, obteniendo trabajos de publicación dependiendo de los alcances logrados para someter estos trabajos en congresos. Se comenzará con la escritura del cuarto capítulo de la tesis la cual estará basado en la representación de los resultados obtenidos, así como también en la comparación con otros trabajos revisados.

Al finalizar este trimestre se contará con la idónea comunicación de resultados (ICR).

Se atenderán las correcciones que el jurado examinador indique, finalizando la escritura del trabajo.

## **8. Infraestructura necesaria y disponible**

Cubículo de trabajo que cuente con una estación de trabajo (impresora y computadora con herramientas de simulación como son MATLAB y C++), acceso a la base de datos de revistas indexadas.

## 9. Lugar de realización

Área de Redes y Telecomunicaciones del departamento de Ingeniería Eléctrica, en la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

## 10. Entregables

- Una memoria en extenso en un congreso nacional
- La ICR del proyecto de investigación

## 11. Referencias básicas

- [1] W. Fan, C. Wen, W. Yongpeng, L. Jun and L. Yuan, "Toward 5G Wireless Interface Technology: Enabling Nonorthogonal Multiple Access in the Sparse Code Domain", IEEE Vehicular Technology Magazine, Vol. 23, Issue 4, December 2018, page 18-27.
- [2] Majid M.; P. Popovski; M. Zeeshan; D. Lopez; T. Quek and M. Guizani, Physical and medium access control layer advances in 5G wireless networks., IEEE Access Special, IEEE Access, 5(1), 27845-27849.
- [3] J. A. Stankovic, Research directions for the Internet of Things, IEEE Internet Things J., vol. 1, no. 1, pp. 39, Feb. 2014.
- [4] A. Whitmore, A. Agarwal, and L. Xu, The Internet of Things A survey of topics and trends, Inf. Syst. Front., vol. 17, no. 2, pp. 261274, Apr. 2015.
- [5] P. Sarwesh, N. S. V. Shet, and K. Chandrasekaran, Energy efficient network architecture for IoT applications, in Proc. Int. Conf. Green Comput. Internet Things (ICGCIoT), Noida, India, Oct. 2015, pp. 784789.
- [6] R. Arshad, S. Zahoor, M. A. Shah, A. Wahid, and H. Yu, Green IoT: An investigation on energy saving practices for 2020 and beyond, IEEE Access, vol. 5, pp. 1566715681, 2017.
- [7] The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype, Mckinsey Glob. Inst., New York, NY, USA, Rep., Jun. 2015. [Online]. Available: [https://www.mckinsey.de/files/unlocking\\_the\\_potential\\_of\\_theinternet\\_of\\_things\\_full\\_report.pdf](https://www.mckinsey.de/files/unlocking_the_potential_of_theinternet_of_things_full_report.pdf)
- [8] J. Zou, H. Yu, W. Miao, and C. Jiang, Packet-based preamble design for random access in massive IoT communication systems, IEEE Access, vol. 5, pp. 1175911767, 2017.
- [9] M. Wang et al., Cellular machine-type communications: Physical challenges and solutions, IEEE Wireless Commun., vol. 23, no. 2, pp. 126135, Apr. 2016.