

Análisis de QoS para Protocolos en Redes Móviles Ad Hoc (Julio. 2010)

Luis Carlos Gomez Vasquez¹

Fundación Universitaria San Martín, Facultad de ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Email: ¹ luis.carlos.g@hotmail.com,

Resumen—Este artículo explora las características del manejo de QoS en redes Ad Hoc cuando se establece la conexión entre los diferentes nodos, el análisis se realiza considerando escenarios de topologías dinámicas. Este estudio se realizó creando un análisis de rutas y distancias entre los nodos de la red, controlándola, por las conexiones que puedan llegar a establecerse entre los nodos, se crearon los modelos en el entorno del simulador Matlab, diseñando escenarios móviles, y observando el comportamiento de cada uno de los usuarios de la red, describiendo y simulando: Distancias, conexiones, análisis de grafos, valores de la conexión, control de calidad de servicio, análisis y comparaciones de los parámetros, ventajas y desventajas, entornos móviles y envío de datos

Palabras Claves—Ad Hoc, BSS, colisiones, CSMA/CA, escalabilidad, grafos, MAC, PHY, QoS, Recurso de Red, saltos, tramas, Wi-Fi, CEDAR, Control de rutas, Grafos.

Abstract—this article explores the characteristics of the management of QoS in Ad Hoc networks when the connection is established between the different nodes; the analysis is done considering scenarios of dynamic topologies. This study was performed by creating an analysis of routes and distances between nodes of the network, checking for connections that may become established between the nodes, the models were created in the Matlab simulation environment, designing mobile scenarios, and noting the behavior of individual network users, describing and pretending: Distances, connections, analysis of graphs, connection settings, service quality control, analysis and comparisons of the parameters, advantages and disadvantages, and sent mobile environments data.

I. INTRODUCCIÓN

ESTE documento compila el desarrollo realizado en el proyecto de grado sobre el análisis de QoS en las redes inalámbricas Ad Hoc.

Para proporcionar calidad de servicio en estas redes, es muy importante resolver el compromiso entre garantizar los requerimientos necesarios y una gestión eficiente de los recursos disponibles. Con el objeto de proporcionar la calidad demandada por la gran mayoría de las aplicaciones actuales (aplicaciones multimedia y en tiempo real, con elevadas restricciones tanto de ancho de banda como de retardo), han surgido muchas propuestas de enrutamiento con calidad de servicio (*QoS Routing*), que tratan de proporcionar rutas estables entre ambos extremos de la comunicación garantizando los requerimientos especificados (tasa de error, retardo, ancho de banda) durante la transmisión completa. No obstante, la complejidad de dichas redes presenta todavía una

amplia problemática por resolver. Este proyecto de grado presenta un análisis de los parámetros de QoS para establecer una comunicación entre los nodos de la red, según sea el estado del nodo y las distancias entre ellos basado en la comunicación o interrelación entre diferentes capas de la pila de tres protocolos, que trata de combinar la funcionalidad de la capa de enrutamiento con la de control de acceso al medio (MAC) considerando además, parámetros de nivel físico, para tener información lo más exacta posible acerca del entorno, especialmente en lo referente a la interferencia que potencialmente pueden provocar otros usuarios o la que se puede causar sobre conexiones ya existentes. (Abolhasan, 2004)

Gracias a dicho conocimiento, es posible estimar el estado actual de los potenciales enlaces en las posibles rutas hacia cada destino, de manera que pueda seleccionarse la ruta más estable capaz de garantizar los requerimientos de calidad de servicio durante toda la conexión. Por otra parte, una gestión eficiente de los recursos a compartir, teniendo en cuenta la propia naturaleza del medio de transmisión radioeléctrico, resulta muy importante, máxime si se considera la posibilidad de mezclar servicios de diferentes requerimientos de calidad de servicio. Donde se analiza cómo se distribuyen los recursos tratando de proporcionar dicha diferenciación entre aplicaciones con diferentes demandas de datos.

Para que en una red Ad Hoc pueda ofrecer el manejo de QoS extremo-a-extremo (end2end), es necesario que todos los nodos o puntos de interconexión por los que viaje el paquete de información, posean mecanismos de QoS que ofrezcan un desempeño adecuado a la aplicación en cuestión. Ya que los puntos de interconexión por los que pasa la información son los mismos nodos ya que cada dispositivo actúa como punto inicial y final (destino y fin), son enrutadores activos. Cuando se establece una conexión con un nivel de QoS especificado, los parámetros de éste se traducen y negocian entre los diferentes subsistemas involucrados. Solamente cuando todos los subsistemas han llegado a acuerdos y pueden otorgar garantías respecto a los parámetros especificados se puede especificar una red con calidad de servicio. (Castaño, 2008)

II. DISEÑO DE ESCENARIOS

A. 802.11n

En el estado activo el nodo consume la potencia máxima y se utiliza para la transmisión y recepción. En el estado inactivo

es cuando el nodo esta dentro del rango de transmisión, pero no transmite ni recibe datos. El estado de reposo no permite la recepción de datos o la transmisión y tiene un bajo consumo de potencia. El factor crítico en el consumo general de energía de un dispositivo de 802,11 es el tiempo que el dispositivo debe permanecer en un modo activo para transmitir o recibir una cierta cantidad de datos.

El estándar 802.11b define la capa física y parte de la capa de enlace del modelo OSI. La capa física se encarga de transportar los datos como bits en tanto la capa de enlace define el control de acceso al medio. De acuerdo al estándar 802.11b usa una función de coordinación distribuida, basado en CSMA/CA para evitar las colisiones. En este caso, los nodos necesitan que el medio este desocupado por un tiempo determinado después de lo cual el transmisor envía el paquete de datos, si la transmisión es correcta el receptor a su vez enviará una respuesta indicando que recibió el paquete correctamente (ACK). Otra opción es el mecanismo RTS/CTS (Request to send/Clear to send). RTS y CTS son paquetes de señalamiento enviados por el transmisor y el receptor antes de los paquetes de datos y confirmación.

Con el propósito de reservar el medio informando a los nodos vecinos que una comunicación tendrá lugar. Los paquetes RTS y CTS contienen el NAV, (network allocation vector) para indicar cuanto tiempo demorará la transmisión.

El dialogo RTS/CTS, llamado también “virtual carrier sensing”, se usa para resolver el problema de terminales ocultos. Este mecanismo funciona muy bien en redes inalámbricas que usan infraestructura, sin embargo en redes Ad Hoc no es efectivo por que en las redes con infraestructura se asume que solo existe un rango de transmisión.

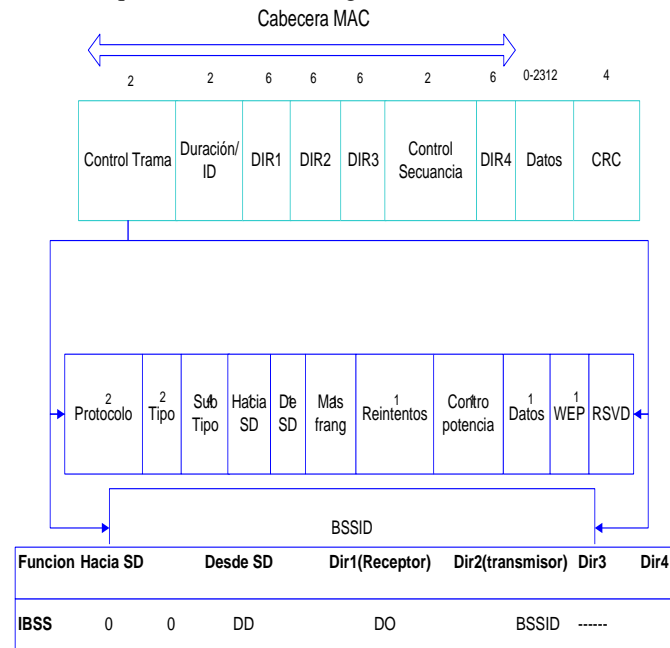


Fig. 1. Formato de trama 802.11b [1]

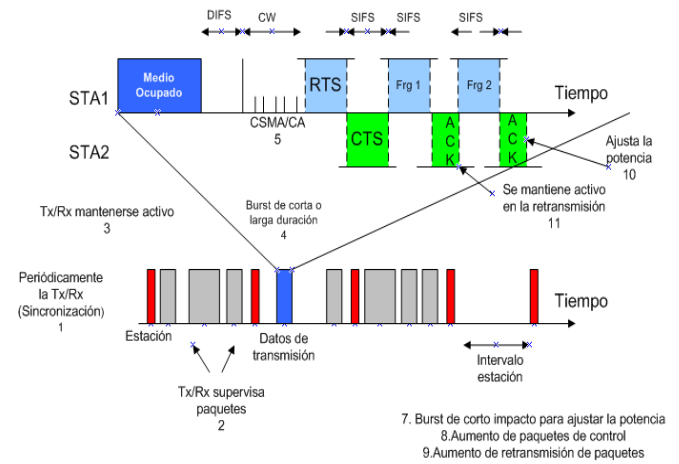


Fig. 2. Diagrama de tramas en el control de acceso al medio [3]

B. Topología dinámica

Las redes Ad Hoc se basan en la auto-organización y por esta razón se constituyen en una tecnología ideal para establecer comunicación en aplicaciones donde los usuarios son móviles.

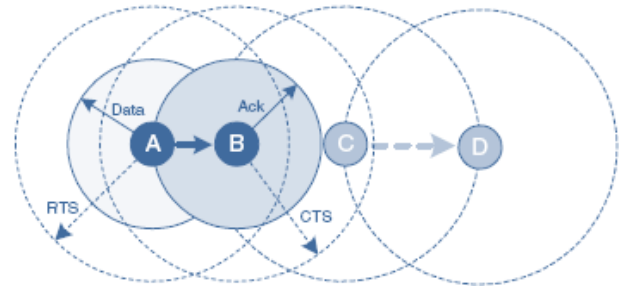


Fig. 3. Entorno IBSS, control de la trama 802.11b [4], [5]

Un nodo puede establecer un enlace inalámbrico con otro nodo, si este se encuentra dentro de su rango de transmisión, de lo contrario, debe existir una ruta formada por nodos intermediarios que faciliten la transmisión de los datos; en este tipo de redes, la movilidad y la topología es un factor determinante para el diseño de control adecuado en la red. (SeungJong 2007).

C. Estrategias para la conservación de la energía

Un control de potencia en la capa física puede ayudar a conservar la de los nodos. En la capa de enlace de datos, la conservación de la energía puede ser lograda mediante el uso de sistemas de distribución eficaces. Para maximizar la vida útil de una red Ad Hoc, los protocolos de enrutamiento podrían introducir períodos de sueño de manera que los nodos puedan dejar de transmitir y/o recibir por períodos de tiempo arbitrarios sin causar graves consecuencias en el funcionamiento de la red. [6]

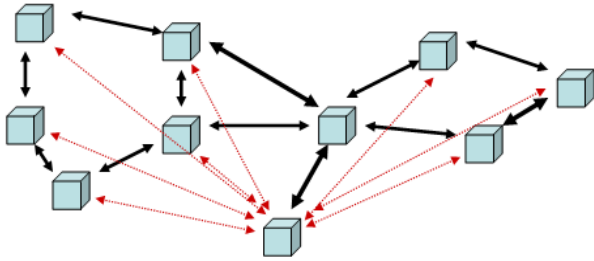


Fig. 4. Topología dinámica [7]

En un entorno móvil, los dispositivos portátiles cuentan con limitados recursos energéticos, ya que son alimentados por baterías. Las funcionalidades de gestión de potencia son por lo tanto muy importantes. En el modo Ad Hoc, las estrategias deben ser totalmente distribuidas con el fin de preservar la Escenario para la solución planteada

La eficiencia energética y la capacidad de la red son quizás dos de las cuestiones más importantes en las tecnologías inalámbricas Ad Hoc. Los algoritmos de control de topología se han propuesto para mantener la conectividad de red al tiempo que se reduce el consumo de energía y mejora la capacidad de la red. La idea clave para el control de topología es que, en lugar de transmitir con la potencia máxima, los nodos de la red inalámbrica en colaboración con la técnica de salto múltiple determinan su potencia de transmisión y define la topología de la red mediante la formación de la relación adecuada de vecino bajo ciertos criterios. La topología de control afecta la reutilización del territorio de la red y la lucha por el medio. Una serie de algoritmos de control de topología han propuesto crear un uso eficiente de energía de la red, con una movilidad limitada. (Kaveh Pahlavan 2009)

El control de topología en las redes Ad Hoc presenta el problema de ajustar la potencia de transmisión en los nodos de la red para alcanzar la topología óptima que maximiza el funcionamiento de red.

III. RESULTADOS

A. Conexión y desconexión

Se visualizan las tramas del protocolo 802.11b para un entorno con cuatro nodos comunicándose, el problema es la conexión y desconexión por causa de las tramas de control en el protocolo 802.11b, con esta simulación se logra observar lo ocurrido con los envíos dependientes del rango de cobertura de cada dispositivo, observando que la topología dinámica es la causante de las pérdidas de paquetes y los constantes envíos de solicitudes entre los nodos de la red incrementando el consumo de potencia, debido al cambio de estados de los nodos.

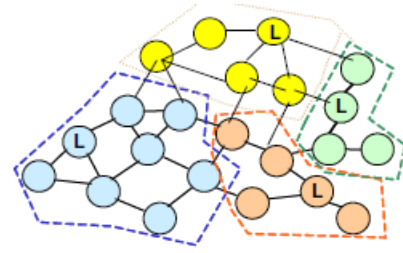


Fig. 5. Topología Jerarquizada [7]

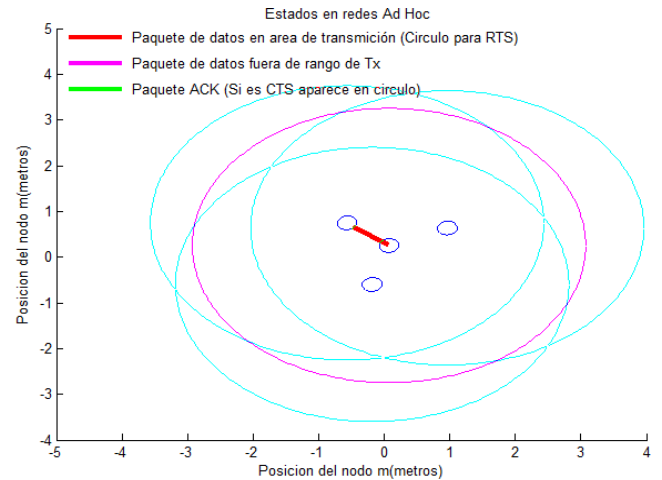


Fig 6. Prueba de envío de paquetes RTS-(requerimiento de un envío)

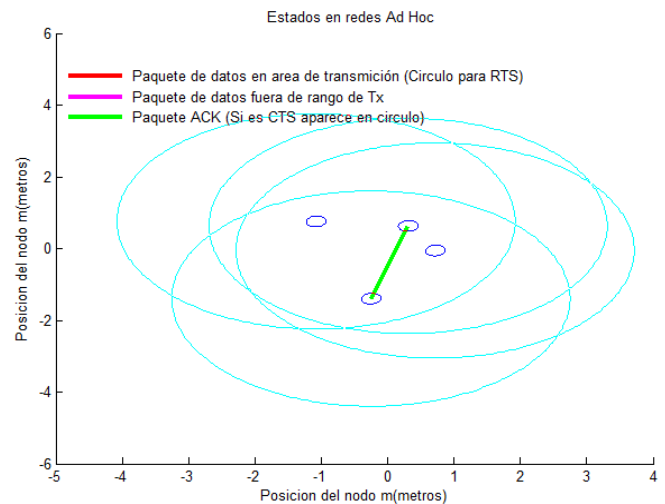


Fig 7. Prueba de envío de paquetes ACK (Acknowledgement)

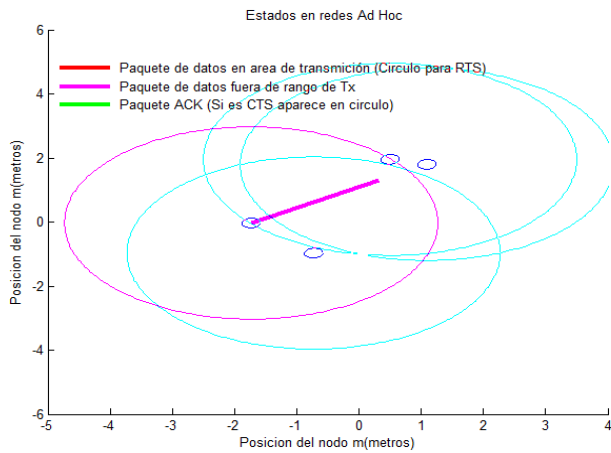


Fig. 8. Prueba de un paquete enviado fuera de rango de cobertura

B. Solución planteada

Otorgar peso a los nodos hace que la selección de rutas sea más simple, dado que siempre tendrá que buscar el nodo de mayor peso, en este caso el nodo estático, el que controlaría las rutas en la red, de esta forma la potencia en este nodo es más estable y al estar más tiempo en un solo estado como conectado (activo), los cambios de potencia son menores lo que permite implementar tramas de control de potencia sobre la capa física.

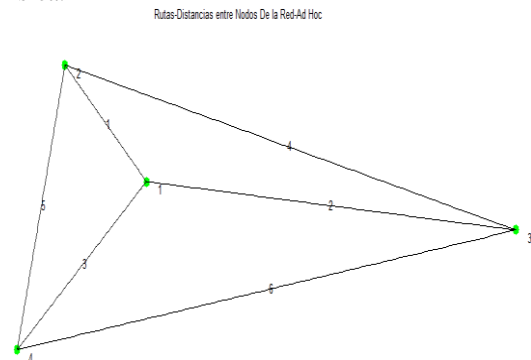


Fig. 9. Análisis por grafos de distancias entre los nodos de la Red

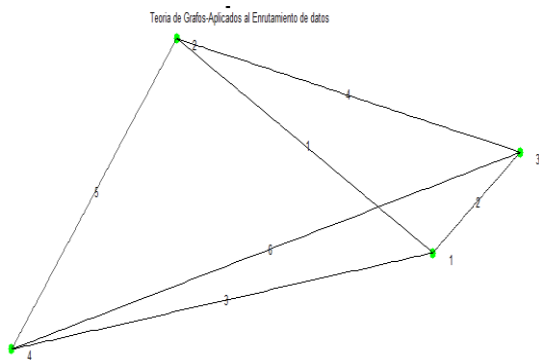


Fig. 10. Coste y peso de la ruta

Al reducir las distancias entre nodos se disminuye el problema de conexión y desconexión, por lo tanto se reduce la

potencia por las tramas de control y el consumo por nodo es más estable y se reparte mejor el consumo por nodo.

Se observan las posibles interacciones entre los nodos es decir la cantidad de solicitudes que se deben hacer si desean establecer una ruta.

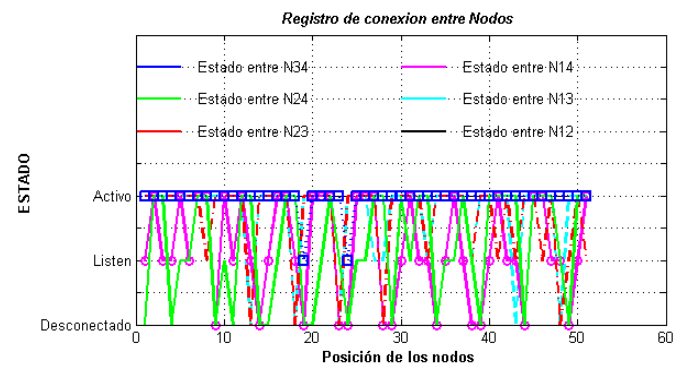
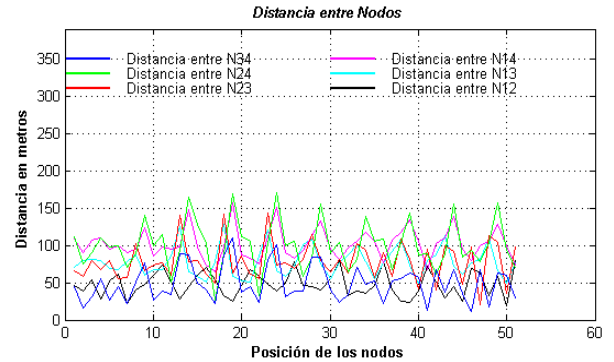


Fig. 11. Registro de distancias entre los nodos

IV. CONCLUSIONES

La tecnología 802.11b es ideal para implementar redes Ad Hoc de salto simple, esto significa que los nodos se deben encontrarse dentro del mismo rango de transmisión para establecer comunicación, esta limitación genera la necesidad de implementar algoritmos de ruteo en la capa de aplicación lo que incrementa el consumo del nodo por uso del procesador, y la no existencia de estos algoritmos aumenta el consumo por las tramas de control.

Se analizo que la vida de la batería no es solo función de la energía consumida por bit de datos en un modo activo, sino del tiempo que debe estar en ese estado.

Se analizo el comportamiento de las diferentes métricas, concluyendo que dependen de las características de la red. Claramente la técnica comúnmente aplicada de minimización del número de saltos, no es óptima para redes donde la gestión de la batería de la red es vital para la misma.

Al analizar la escalabilidad en la red, se puede observar la reducción en la cantidad de mensajes de control, la organización bajo nodos por demanda y la eficiencia que esto puede brindar para el encaminamiento.

En los resultados se puede apreciar como el principal causante del incremento en el consumo de potencia, la conexión y desconexión de los nodos, causado por la movilidad de estos, fenómeno que influye sobre el tiempo de vida del enlace.

Al analizar las simulaciones de topología homogénea con un nodo fijo, se pudo observar como el promedio de la distancia entre nodos disminuía, aumentando la vida útil de las conexiones. Este fenómeno de conexión y desconexión por topología difiere del problema que causa la entrada de nuevos nodos a la red donde el efecto sobre la potencia no es la topología si no la generación de nuevos enlaces que aumentan las tramas de control.

En la simulación de la solución se puede observar como con un nodo fijo que reduzca la distancia promedio entre nodos no solo reduce el consumo de potencia en los mensajes, además se brinda a la red enlaces activos durante mayor espacio de tiempo lo que permite reducir los mensajes de control.

Cuando una red Ad Hoc posee gran cantidad de conexiones activas el consumo de energía de la red y el de cada nodo se ven reducidos esto ocurre debido a que los mensajes toman diversos caminos (salto múltiple) para llegar a su destino, esto distribuye el consumo de energía entre los nodos activos y las conexiones activas reducen los mensajes de control.

En condiciones de trabajo, es deseable mantener la red usando una topología con conexión mínima, con el objeto de no incrementar el consumo de los nodos en la transmisión de un solo mensaje, esto se ve cuando al incrementarse el número de nodos en la red el camino del mensaje aumenta, incrementando la latencia en la transmisión y por ende la energía consumida por los nodos.

El problema descrito es esencialmente el impacto de la topología sobre la operación del protocolo MAC, como la topología es en la mayoría de los casos imposible de controlar la solución apunta a una modificación del protocolo MAC; debido a que las libertades sobre este aspecto están limitadas por la norma, la opción es adaptar el protocolo para que comparta información con las capas superiores e inferiores para adaptarse de forma eficiente al ambiente de salto múltiple en una red Ad Hoc.

En una red Ad Hoc donde el número de nodos está aumentando se puede ver en la simulación como la transmisión de datos disminuye la potencia por las tramas de control, pero aumenta el consumo por las tramas de datos y a mayor cantidad de nodos la tasa de éxitos se reduce, lo que indica que el esquema de salto múltiple en realidad no contribuye a la reducción del consumo de potencia

REFERENCIAS

- [1] M. W. Abolhasan, T.; Dutkiewicz, E., "A review of routing protocols for mobile ad hoc networks," IEEE, 2004.
- [2] S. Baek, "Performance analysis of power save mode in IEEE 802.11 infrastructure WLAN," Department of Mathematics and Telecommunication Mathematics Research Center, 2008.
- [3] C. Barrett, "Characterizing the interaction between routing and MAC protocols in ad-hoc networks," IEEE, 2002.
- [4] C. Barrett, "Characterizing the interaction between routing and MAC protocols in ad-hoc networks," IEEE, 2002.
- [5] M. C. Basagni, S. Giordano, y I. Stojmenovic, *Mobile Ad Hoc Networking*: Wiley-IEEE 2004.
- [6] M. Krunz, "Transmission Power Control in Wireless Ad Hoc Networks: Challenges, Solutions, and Open Issues," Department of Electrical and Computer Engineering The University of Arizona, 2008.
- [7] J. A. D. P. Rosado, "Modelo de pérdida de paquetes para redes híbridas," Universidad Autónoma de Barcelona, 2007.
- [8] L. B. Azzedine Boukerche, Ed., *SIMULATION AND MODELING OF WIRELESS, MOBILE, AND AD HOC NETWORKS* (Mobile Ad Hoc Networking, 2009, p. pp. Pages.
- [9] S. Baek, "Performance analysis of power save mode in IEEE 802.11 infrastructure WLAN," Department of Mathematics and Telecommunication Mathematics Research Center, 2008.
- [10] S. S. Giorgio Franceschetti, *Wireless Network, From the Physical Layer to Communication, Computing, Sensing, and Control*, 2005.
- [11] M.-T. Z. a. Y. Z. Shao-Qiu Xiao, *Wireless Ad hoc Networking*: Auerbach publications, 2006.
- [12] M. C. Stefano Basagni, Silvia Giordano, *MOBILE AD HOC NETWORKING*, 2009.
- [13] Cisco, "Fundamentos De Redes Inalámbricas," p. Capítulo 2 IEEE 802.11, 2007.
- [14] A. Communications, "Power Consumption and Energy Efficiency Comparisons of WLAN Products," ed, 2004.
- [15] C. d. M. Cordeiro, *Ad Hoc & Sensor Networks*: World Scientific, 2007.
- [16] R. Hekmat, *Ad-hoc Networks: Fundamental Properties and Network Topologies* 2008.
- [17] L. B. Azzedine Boukerche, Ed., *SIMULATION AND MODELING OF WIRELESS, MOBILE, AND AD HOC NETWORKS* (Mobile Ad Hoc Networking, 2009
- [18] M. Roberto Carlos Hincapie, IEEE, Blanca Alicia Correa, Member, IEEE, and Laura Ospina, Member, IEEE, "Survey on Clustering Techniques for Mobile Ad Hoc Networks," IEEE, 2008
- [19] M. C. Stefano Basagni, Silvia Giordano, *MOBILE AD HOC NETWORKING*, 2009.
- [20] J. J.-N. L. a. I. Chlamtac, Ed., *Mobile Ad Hoc networking with a view of 4G wireless*. IEEE, JOHN WILEY & SONS, INC, 2009, p. pp. Pages.
- [21] J. Sarangapani, *Wireless Ad hoc and Sensor Networks: Protocols, Performance, and Control*, 2007.
- [22] L. Gorostiza, "Ramificación y Superprocesos," Centro de Investigación y estudios avanzados del Instituto Politecnico Nacional, 2004.
- [23] I. C. Jennifer Liu, Ed., *Mobile Ad Hoc networking with a view of 4G wireless: Imperatives and challenges*, Wiley. 2009.