

PROYECTO PROPUESTO No. 1

TITULO DEL PROYECTO O TESIS: Simulación a nivel físico de la propuesta de canal para el estándar IEEE 802.15.3a para *UWB-OFDM*, y evaluación de las prestaciones de un sistema *UWB* en ambiente indoor, utilizando multiplexión por división ortogonal de frecuencia (*Orthogonal Frequency Division Multiplexion – OFDM-*).

OBJETIVO: Mediante la implementación de un modelo de simulación a nivel físico, evaluar las prestaciones (*Bit Error Rate –BER-*, y, *Symbol Error Rate –SER-*) de un sistema *UWB* en ambiente indoor utilizando transmisión multiportadora *OFDM* y como modelo canal, el propuesto al sub-comité TG3a de la IEEE.

DESCRIPCION: En este proyecto para tesis de grado el estudiante candidato debe analizar y tener una comprensión del modelo estadístico de canal que ha sido propuesto y enviado al sub-comité TG3a de la IEEE, encargado de definir el estándar a nivel físico para redes *HDR-WPAN*, siendo el modelo *UWB-OFDM* una de las propuestas a estudiar. Mediante simulación en *MAT-LAB*[®] se debe validar el funcionamiento del modelo y empleando modulación digital *QPSK* sobre *OFDM* evaluar las prestaciones a nivel de *BER* y *SER* de un sistema *UWB* en ambiente indoor.

HERRAMIENTAS DE SIMULACION A UTILIZAR: Se requiere por parte del estudiante conocimientos en *MAT-LAB*[®] como herramienta de cálculo y simulación, y *MATHEMATICA*[®] para la evaluación de aquellas expresiones matemáticas que tengan complejidad y no ofrezcan solución cerrada.

BIBLIOGRAFIA.

- [1] Oppermann Ian, Hämäläinen and Linatti Jari. “*Ultra-Wideband Theory and Applications*”. John Wiley & Sons, Ltd., 2005
- [2] M. Ghavami, R. Cono and L. B. Michael, “*Ultra-Wideband Signal and Systems in Communications Engineering*”. London, UK: Wiley & Sons, Ltd., 2004 ISBN: 0-470-86751-5.
- [3] Sklar Bernard, “*Digital Communications: Fundamentals and Applications*”, Second Edition, Prentice-Hall, Inc. New Jersey, 2004. ISBN: 0-13-084788-7.
- [4] Simon K. Marvin, Alouini Slim Mohamed. “*Digital Communications over Fading Channels*”. John Wiley & Sons, Ltd., 2005
- [5] Rappaport S. Theodore., “*Wireless Communications: Principles & Practice*”, Prentice Hall, 1996.
- [6] Pätzold Matthias, “*Mobile Fading Channels*” John Wiley & Sons, Ltd., 2002
- [7] Parson J. D., “*The Mobile Radio Propagation Channel*” John Wiley & Sons, Ltd., 2000
- [8] “*Multi-band OFDM Physical Layer Proposal for IEEE 802.15 Task Group 3a*”, *IEEE P802.15-03/268r3*, Project: “IEEE P802.15 Working Group for Wireless Personal Area Networks (WPANs)”,
- [9] “*Channel Modeling Sub-committee Report Final*”. *IEEE 802.15 Task Group 3a*, *IEEE P802.15-02/490r1-SG3a*, Project: “IEEE P802.15 Working Group for Wireless Personal Area Networks (WPANs)”.
- [10] D. Cassioli, M. Z. Win, and A. F. Molisch, “*The ultra-wide bandwidth indoor channel: from statistical model to simulations*”,. *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. 52, pp. 2123–2138, Sep. 2004.

BREVE INTRODUCCION A UWB

Dentro de las propuestas inalámbricas para *Wireless LAN* de 4 generación (*4G: tecnologías de redes inalámbricas personales (WPAN) para aplicaciones multimedia en tiempo real a muy alta velocidad y que se especificarán bajo el estándar 802.11n*), existe una tecnología que hoy día se está destacando por su alto nivel de investigación y estudio por parte de universidades, centros de investigación y fabricantes de equipos, además de las grandes ventajas y beneficios que ofrece, encontrando cada día más adeptos en las diferentes organizaciones y foros tecnológicos; esta tecnología es la que actualmente se conoce como banda ultra-ancha (*Ultra-Wideband*).

La FCC definió una señal de banda ultra ancha (*UWB*) como aquella que tenga las siguientes características:

- *Ancho de banda fraccional mayor del 20%, medidos en puntos de -10 dB's.*
- *Que tenga un ancho de banda mínimo de 500 Mhz, independiente del BW fraccional.*

Es importante anotar que para que un sistema o señal sea considerado de banda ultra ancha no es necesario que se cumplan los dos requisitos al tiempo.

UWB ofrece un excelente potencial para el desarrollo de un elevado número de aplicaciones, algunas de ellas únicas o propias de UWB como: Los radares de alta precisión utilizados para penetración de la tierra e investigaciones en tecnologías de geo-localización, desarrollo de sensores en automóviles para detección de obstáculos cercanos, captura de imágenes a través y en interiores de estructuras y paredes. Igualmente UWB está pensada para mejorar las prestaciones de otras aplicaciones como las de comunicación de datos a muy altas velocidades y que actualmente ofrecen tecnologías como: *Wi-Fi, Bluetooth y Zigbee*, es quizás en este último tipo de aplicación donde *UWB* es más conocida como quiera que ya se ha designado por parte de la IEEE un grupo de estudio que corresponde al *Task Group 3a*, y que están trabajando para definir la especificación a nivel físico del estándar 802.15.3a.

Una de las características más relevantes ofrecidas por *UWB* desde el punto de vista de su fabricación, es que debido a su reducida densidad espectral de potencia –DEP- (*power spectral density –PSD-*) de emisión máxima permitida por la Comisión Federal de Comunicaciones de los EEUU (*Federal Communications Commission- FCC-*) definida en -41.25 dBm/Mhz, equivalente a 75 nW/Mhz y que corresponde a una PIRE de 0.56 mW o -2.55 dBm para un ancho de banda de 7.5 GHz. Lo que le permite a los fabricantes de *chip-set*, implementar sistemas de comunicaciones de menor complejidad y de bajo coste; esto lo logra minimizando el bloque de radiofrecuencia y disminuyendo el número de componentes electrónicos, aliviando de esta forma el diseño del segmento de radio frecuencia.

UWB en su definición más simple se considera como una tecnología basada en la transmisión de pulsos modulados en banda-base (*no se requiere una señal pasa-banda o portadora para su transmisión*), con una duración temporal extremadamente corta (del orden de los picosegundos a 10 nanosegundos), y un ciclo de trabajo (*duty cycle*) menor del 0.5%. Estas características combinadas con su baja potencia de transmisión (0.56 mW), dan como resultado una señal cuya densidad espectral de potencia es muy baja (DEP: 75nW/Mhz).

La anterior definición es correcta y válida en el sentido de que recoge lo que desde hace más de 40 años se conoce como transmisión de impulsos de muy corta duración. Hoy día y debido a la necesidad de la reutilización del espectro radio-eléctrico y con el objetivo de aprovechar el elevado ancho de banda definido para UWB, aparecen nuevas aplicaciones que utilizan el concepto de banda ultra ancha; no obstante el esquema de transmisión para estas nuevas aplicaciones donde la resolución temporal no es un parámetro crítico y en cambio si lo es, el de poder enviar información a tasas o velocidades muy elevadas no considera ni aplica la transmisión de pulsos modulados en banda base, como se hace en el concepto original de UWB.

Para la transmisión de señales utilizando UWB, existen 3 esquemas de transmisión que en función de la aplicación es posible desarrollar e implementar:

1. **Impulse Ultra-wideband (I-UWB):** También se le conoce como modulación de única banda (*single-band modulation*), consiste en la transmisión de pulsos modulados en banda base de muy corta duración, no requiere una señal pasa-banda o portadora del tipo senoidal para su envío. *I-UWB* esta pensada fundamentalmente para el desarrollo de aplicaciones donde el criterio de resolución temporal es crítico y que es necesario considerar para la implementación en aplicaciones como: Radares de alta precisión utilizados para geo-localización, Sensores en automóviles utilizados para detectar y evitar obstáculos cercanos, Captura de imágenes a través y en interiores de estructuras y paredes.

Para *I-UWB* se han propuesto diferentes técnicas de modulación en banda base como:

- i. Técnicas basadas en tiempo (*time based techiques*)
 - Modulación por posición del pulso. (*PulsePosition Modulation –PPM-*).
- ii. Técnicas basadas en la forma del pulso (*shape-based techiques*).
 - Modulación por amplitud del pulso. (*Pulse Amplitud Modulation – PAM-*).
 - Modulación bifásica del pulso. (*Biphase Pulse Modulation –BPM-*).
 - Modulación *On-Off keying*. (*OOK*).
 - Modulación ortogonal del pulso. (*Orthogonal Pulse Modulation –OPM-*)

Para transmisión de información en redes de muy alta velocidad como las de 4G y conocidas como aplicaciones de *High Data Rate –Wireless Personal Area Network– (HDR-WPAN)*. Existen las siguientes 2 técnicas de transmisión a considerar y que son objeto de estudio por parte del grupo TG3a de la IEEE.

2. **Multicarrier Ultra-wideband (MC-UWB):** En este tipo de transmisión digital, la información se divide en múltiples flujos paralelos donde cada uno de ellos es transmitido en sub-bandas de 528 MHz sobre portadoras ortogonales. Las sub-portadoras se modulan a velocidades binarias reducidas de tal forma que el periodo del símbolo T_s sea superior a la dispersión temporal del canal o a su retardo de dispersión (*Delay Spread*), lo que permite suponer que el desvanecimiento provocado por el mismo será plano en frecuencia (*flat fading*), minimizando y en algunos casos evitando la interferencia entre símbolos (ISI).

La ortogonalidad permite que las portadoras adyacentes pueden solaparse disminuyendo el ancho de banda necesario (no son necesarias las frecuencias de guarda) y por lo tanto ser mas eficientes en la utilización del espectro. Este esquema de transmisión digital es conocido como: Múltiplexión por división ortogonal de frecuencia (*Orthogonal Frequency Division Multiplexion, OFDM*).

Una característica interesante para la transmisión digital utilizando *OFDM* y que se muestra como una clara ventaja frente a *I-UWB* es su muy buena eficiencia en el manejo y control de efectos como: el desvanecimiento lento y rápido (*slow and fast fading*) y la dispersión temporal (*Delay Spread*), generados por la propagación multicamino que se presenta en los canales móviles inalámbricos, igualmente *OFDM* ofrece un adecuado control del efecto *Doppler*, generado este ultimo por el movimiento del receptor y/o estación móvil y de los difusores del canal.

OFDM alcanza ese control dividiendo el ancho de banda total definido para *UWB* (7.5 GHz) entre un número *N* de portadoras ortogonales de ancho de banda angosto (528 MHz). Posteriormente se modula cada una de ellas mediante esquemas de modulación digital altamente eficientes en el uso del espectro electromagnético como *QPSK*, *BPSK*, *n²-QAM* (*16-QAM*, *64-QAM*, *128-QAM*) de tal forma que le permita tener un periodo de símbolo mayor que el *delay spread* del canal móvil. De esta forma se mejora y en algunos casos se evita completamente la interferencia entre símbolos –IES-, con lo que las prestaciones del sistema de comunicaciones mejoran gracias al aumento del *Bit Error Rate (BER)*.

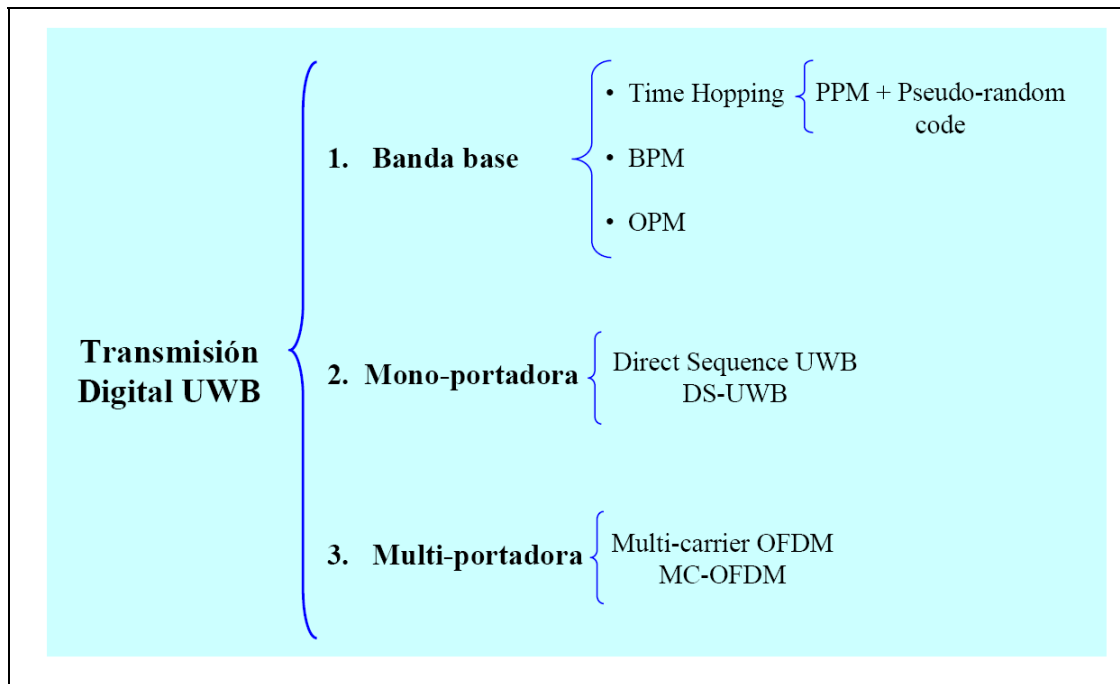
La propuesta de *OFDM* esta liderada por la alianza multi-banda *OFDM (Multiband OFDM Alliance - MBOA-)* de la que forman parte compañías como: *Texas Instruments*, *Intel*, *Time Domain*, entre otras.

3. ***Direct Sequence-UWB (DS-UWB)***: Liderada por *Motorola* y *Xtreme-Spectrum* entre otras compañías, quienes proponen el uso de una técnica de transmisión digital, dividiendo el canal en 2 sub-bandas y 3 modos de operación:

- Canal bajo: desde 3,1 a 5.2 GHz.
- Canal alto: desde 6.2 a 10.6 GHz.
- Canal doble: desde 3.1 a 5.2 y de 6.2 a 10.6 GHz.

El grupo de trabajo TG3a, esta considerando las propuestas 2 y 3, como estándar de nivel físico para aplicaciones HDR-WPAN.

TIPOS DE TRANSMISION EN UWB



PROYECTO PROPUESTO No. 2

TITULO DEL PROYECTO O TESIS: Estudio comparativo de diferentes técnicas de modulación digital utilizando transmisión multiportadora *OFDM* sobre canales con desvanecimiento y que son modelados con estadística *Nakagami-m*.

OBJETIVO: Estudiar y comparar las diferentes técnicas de modulación digital disponibles para canales móviles con desvanecimiento modelados con estadística *Nakagami-m*, permitiendo evaluar las prestaciones a nivel de *BER* y *SER*, y compararlas con las prestaciones presentadas por un esquema de modulación adaptativo.

DESCRIPCION: Se debe desarrollar un modelo de simulación del canal *Nakagami-m* y de transmisión multiportadora *OFDM*, para luego modular con un esquema digital, por ejemplo del tipo *M-PSK*. y evaluar las prestaciones ofrecidas por el sistema a nivel físico.

HERRAMIENTAS DE SIMULACION A UTILIZAR: Se requiere por parte del estudiante conocimientos en *MAT-LAB*[®] como herramienta de cálculo y simulación y *MATHEMATICA*[®] para la evaluación de aquellas expresiones matemáticas que tengan complejidad y no ofrezcan solución cerrada.

BIBLIOGRAFIA.

- [1] L. Hanzo, M. Munster, B.J. Choi, and T. Keller. “*OFDM and MC-CDMA for Broadband Multi-User Communications, WLANs and Broadcasting*”. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, 2004.
- [2] M. Nakagami, “*The m-distribution: A general formula of intensity distribution of rapid fading,*” in *Statistical Methods in Radio Wave Propagation*, W. C. Hoffman, Ed. New York: Pergamon, 1960.
- [3] Sklar Bernard, “*Digital Communications: Fundamentals and Applications*”, Second Edition, Prentice-Hall, Inc. New Jersey, 2004. ISBN: 0-13-084788-7.
- [4] Simon K. Marvin, Alouini Slim Mohamed. “*Digital Communications over Fading Channels*”. John Wiley & Sons, Ltd., 2005
- [5] Rappaport S. Theodore., “*Wireless Communications: Principles & Practice*”, Prentice Hall, 1996.
- [6] Pätzold Matthias, “*Mobile Fading Channels*” John Wiley & Sons, Ltd., 2002
- [7] Parson J. D., “*The Mobile Radio Propagation Channel*” John Wiley & Sons, Ltd., 2000
- [8] “*Multi-band OFDM Physical Layer Proposal for IEEE 802.15 Task Group 3a*”, *IEEE P802.15-03/268r3*, Project: “IEEE P802.15 Working Group for Wireless Personal Area Networks (WPANs)”,
- [9] D. Cassioli, M. Z. Win, and A. F. Molisch, “*The ultra-wide bandwidth indoor channel: from statistical model to simulations*”, *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. 52, pp. 2123–2138, Sep. 2004.